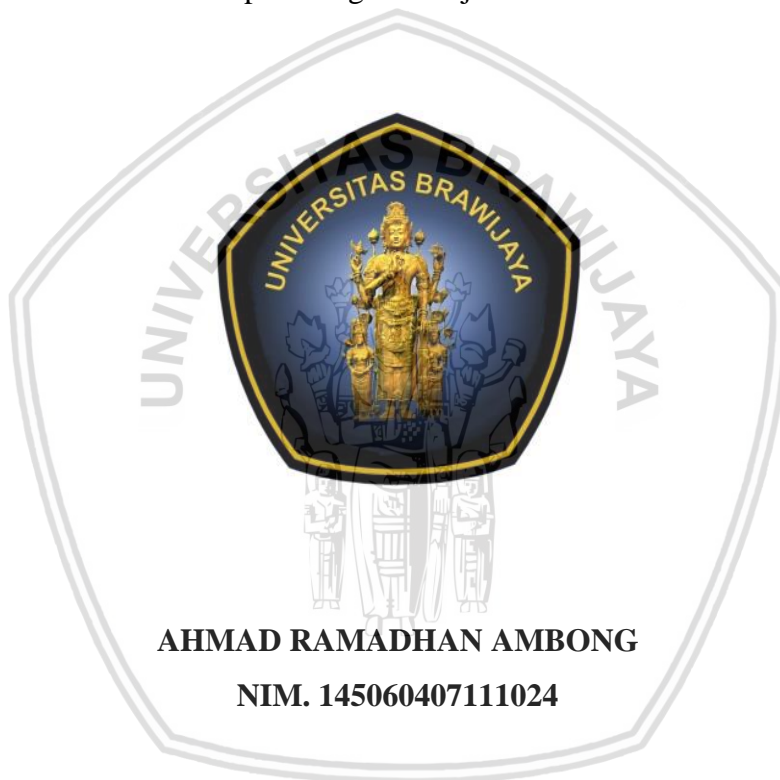


**STUDI PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP
KUALITAS AIR DI WADUK SELOREJO UNTUK
BUDIDAYA PERIKANAN**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN
KONSENTRASI SISTEM INFORMASI SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**AHMAD RAMADHAN AMBONG
NIM. 145060407111024**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**



LEMBAR PENGESAHAN
STUDI PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP
KUALITAS AIR DI WADUK SELOREJO UNTUK BUDIDAYA
PERIKANAN

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI SISTEM INFORMASI
SUMBER DAYA AIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



AHMAD RAMADHAN AMBONG
NIM. 145060407111024

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 23 Juli 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.
NIP. 19610131 198609 2 001

Ir.Rini Wahyu Sayekti, MS
NIP. 19600907 198603 2 002

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP
KUALITAS AIR DI WADUK SELOREJO UNTUK BUDIDAYA
PERIKANAN

JURNAL

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI SISTEM INFORMASI
SUMBER DAYA AIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



AHMAD RAMADHAN AMBONG
NIM. 145060407111024

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 23 Juli 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.
NIP. 19610131 198609 2 001

Ir.Rini Wahyu Sayekti, MS
NIP. 19600907 198603 2 002

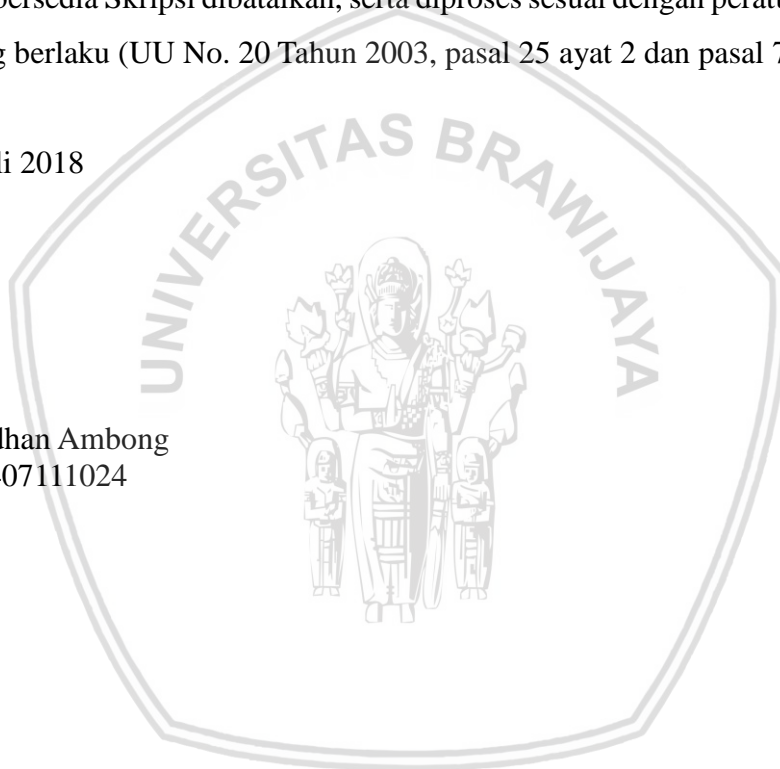
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 23 Juli 2018

Ahmad Ramadhan Ambong
NIM. 145060407111024





*TERIMA KASIH UNTUK
ORANG TUA SERTA KELUARGA SAYA
TEMAN – TEMAN SAYA
TEKNIK PENGAIRAN
YANG MENDUKUNG MENYELESAIKAN TUGAS SAYA
ALHAMDULILLAH*

RINGKASAN

Ahmad Ramadhan Ambong, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Studi Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air di Waduk Selorejo Untuk Budidaya Perikanan*, Dosen Pembimbing Ir, Rini Wahyu Sayekti, MS.

Waduk Selorejo merupakan waduk yang berada di DAS Konto dan memiliki fungsi sebagai air baku, wisata, irigasi, dan untuk budidaya perikanan. Peningkatan pada budidaya tanam dari pola tanam ke perkebunan semusim di sekitar Waduk Selorejo menyebabkan menurunnya kualitas air di waduk yang peruntukan nya untuk budidaya perikanan.

Tiga tahapan dilakukan dalam studi ini yaitu; analisis kualitas air parameter kimia di laboratorium, analisis status mutu air dengan menggunakan metode STORET, dan analisis beban pencemaran air dengan menggunakan aplikasi ARCSWAT 10.2.2.

Tujuan studi ini yaitu mengetahui kualitas air yang peruntukan nya untuk budidaya perikanan di Waduk Selorejo yang meliputi parameter Nitrat($\text{NO}_3\text{-N}$), BOD, DO, Total Phospat, dan *Total Suspended Solid* mengetahui nilai status mutu air Waduk Selorejo dengan metode STORET, dan mengetahui beban pencemaran ($\text{NO}_3\text{-N}$, Phospat, BOD, DO, dan TSS) di Waduk Selorejo dan DAS Konto.

Dari hasil analisis pengukuran terhadap parameter Kualitas air pada Tahun 2009 dan 2017 didapat bahwa nilai $\text{NO}_3\text{-N}$ adalah 1.292 mg/l/bulan dan 1.034 mg/l/bulan, inflow polutan Phospat sebesar 0.158 mg/l/bulan dan 0.144 mg/l/bulan, inflow polutan BOD 7.494 mg/l/bulan dan 6.151 mg/l/bulan, inflow polutan DO sebesar 7.673 mg/l/bulan dan 7.449 mg/l/bulan, dan polutan Total Suspended Solid sebesar 29.952 mg/l/bulan dan 55.6 mg/l/bulan setiap bulan nya.

Kata Kunci: Kualitas air, Metode STORET, Baku Mutu Air, Waduk Selorejo, ARCSWAT

SUMMARY

Ahmad Ramadhan Ambong, Department of Water Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, July 2018, Study the Effect of Land Use on Water Quality in Selorejo Reservoir for Fishery Cultivation, Lecturer: Ir. Rini Wahyu Sayekti, MS.

Selorejo Dam is a reservoir located in Konto watershed and has functions as raw water, tourism, irrigation, and for aquaculture. The increase in cultivation from cropping pattern to the annual cultivation around Selorejo Reservoir causes the decreasing of water quality in reservoir that it's allocation for fishery cultivation

Three stages are done in this study, namely; water quality analysis of chemical parameters in the laboratory, analysis of water quality status using STORET method, and water pollution load analysis using ARCSWAT 10.2.2 application.

The purpose of this study is to know the quality of the water that its allotment for fishery cultivation in Selorejo Reservoir which includes parameters of Nitrate (NO₃-N), BOD, DO, and Total Phospat, knowing the water quality status of Selorejo Dam with STORET method, NO₃-N, Phospat, BOD, DO) at Selorejo Reservoir and Konto River Basin.

From the result of measurement analysis on water quality parameter in 2009 and 2017, it was found that NO₃-N values were 1.292 mg / l / month and 1.034 mg / l / month, Phospat pollutant inflow of 0.158 mg / l / month and 0.144 mg / l / month, pollutant inflow of BOD 7,494 mg / l / month and 6,151 mg / l / month, DO pollutant inflow of 7,673 mg / l / month and 7,449 mg / l / month, and Total Suspended Solid pollutant 29,952 mg / l / month and 55.6 mg / l / month each month.

Keywords: Water quality, STORET Methods, Water Quality Standard, Selorejo Dam, AVSWAT 2000

KATA PENGANTAR

Penyusun ingin mengucapkan puji syukur yang sangat dalam kepada Allah SWT. Semua kerja keras yang dilakukan dalam pengerjaan Skripsi yang berjudul **“Studi Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air di Waduk Selorejo Untuk Budidaya Perikanan”** tidak akan berakhir dengan baik tanpa kehendak-Nya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat yang harus ditempuh mahasiswa Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

1. Orang Tua saya yang selalu memotivasi dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Ir. Rini Wahyu Sayekti, MS. selaku dosen Pembimbing yang memberikan arahan dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Runi Asmaranto, ST., Mt., Bapak Dr. Very Dermawan, ST., Mt dan Ibu Rahma Dara Lufira, ST., MT., selaku dosen Penguji yang memberikan arahan dan masukan dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Keempat Adik, Alya, Alfian, Reski, dan Radi yang telah mendukung dalam pengerjaan skripsi ini
5. Anita Zahra yang senantiasa mendukung dan memotivasi dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Erike Oktavianti Pratiwi sebagai teman seperjuangan dalam pengerjaan skripsi.
7. Cukup Hariadi sebagai teman yang selalu menemani pengerjaan skripsi
8. Teman-teman angkatan 2014 atas dukungan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini, serta penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Malang, 8 Juni 2018

Penyusun

Ahmad Ramadhan Ambong

NIM. 145060407111024

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
RINGKASAN	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah	4
1.4. Batasan Penelitian.....	4
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Pengertian Waduk.....	7
2.1.1. Proses Pembentukan Waduk	7
2.1.2. Fungsi-Fungsi Waduk.....	7
2.2. Ekosistem Waduk	8
2.3. Ruang Lingkup Konservasi Waduk	9
2.3.1. Umum	9
2.3.2. Sistem Pengolahan Konservasi Air	10
2.3.3. Konservasi Waduk.....	10
2.4. Kualitas Air Waduk	12
2.4.1. Baku Mutur Air Untuk Kelas III	12
2.5. Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Storet.....	13
2.5.1 Prosedur Penggunaan.....	14
2.6. Tata Guna Lahan	14
2.6.1. Umum	14
2.6.2. Perubahan Penggunaan Lahan.....	15
2.7. Penggolongan Air Sesuai Peruntukannya	15
2.8. Pencemaran Air Waduk	16
2.8.1. Bahan Pencemar Air Waduk	16
2.8.2. Akibat Pencemaran Air Waduk.....	17
2.9. Analisis Kualitas Air	17
2.9.1. Parameter Kimia	18

2.10. Analisis Status Mutu Air	19
2.11. Prosedur Pengambilan Sampel Dalam Rangka Pengamatan Kualitas Air	20
2.11.1. Umum	20
2.11.2. Penentuan Lokasi Pengambilan	20
2.11.3. Peralatan dan Prasarana Pengambilan	21
2.11.4. Tahap Pengambilan.....	21
2.12. ArcSWAT.....	22
2.12.1. Pengertian ArcSWAT	22
2.12.2. Item Toolbar di ArcSWAT	23
2.12.2.1. Menu SWAT Project Setup	23
2.12.2.2. Watershed Delineator menu	24
2.12.2.3. HRU Analysis menu.....	24
2.12.2.4. Write input tables menu	25
2.12.2.5. Edit SWAT input.....	25
2.12.2.6. SWAT Simulation menu	26
2.13. Penggambaran Watershed	27
2.14. MempersiapkanInput ArcSWAT.....	28
2.14.1. ArcSWAT spasial data.....	29
2.14.2. ArcSWAT tabel dan text file data.....	29
2.14.2.1. Land Use Look Up Table	29
2.14.2.2. Soil Look Up Table	30
2.14.2.3. Data Curah Hujan.....	30
2.14.2.4. Weather Generator	31
2.15. Metode Perhitungan dalam ArcSWAT	38
2.15.1. Metode perhitungan limpasan	38
2.15.2. <i>SCS Curve Number</i>	39
2.15.3. <i>Soil Hydrologic Groups</i>	41
2.15.4. Debit Puncak Limpasan (<i>Peak Runoff Rate</i>).....	41
2.15.4.1. Waktu Konsentrasi (<i>Time of Consentration</i>)	42
2.15.4.2. Koefisien Aliran.....	45
2.15.4.3. Intensitas Hujan	45
2.15.4.4. Modifikasi Rumus Rasional.....	45
2.15.5. Metode perhitungan besarnya erosi	46
2.15.5.1. Faktor Erodibilitas Tanah	47
2.16. Analisa Pemodelan ArcSWAT	52
2.16.1. Limpasan Permukaan di Lahan.....	50
2.16.2. Erosi di Lahan	50
2.16.3. Inflow Debit.....	51
2.16.4. Inflow Sedimen.....	51
2.16.5. Inflow Polutan Organik N.....	51
2.16.6. Inflow Polutan Organik P	52
2.16.7. Inflow Polutan NO ₃ -N.....	52
2.16.8. Inflow BOD (Biochemical Oxygen Demand)	52

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian	55
3.2. Data Penelitian dan Peralatan	58
3.3. Tahapan Penelitian	58
3.3.1. Pengambilan Sampel	58
3.3.2. Penentuan Presentase Air Waduk Tercemar.....	59
3.3.3. Analisis Status Mutu Air Waduk.....	59
3.3.4. Analisa Kualitas Air Terhadap Tata Guna Laahan Menggunakan Program (<i>Software</i>) ArcSWAT.....	59
3.3.5. Hasil Analisa Dari Pengukuran Kualitas Air Dengan Uji Laboratorium dan Kualitas Air Dengan Pemodelan AVSWAT 2000.....	60
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	61

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengambilan Sampel Dan Uji Laboratorium	63
4.1.1. Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian.....	63
4.2. Pengambilan Uji di Laboratorium.....	65
4.3. Penentuan Prosentase Air Waduk Tercemar.....	70
4.4. Analisis Status Mutu Air Waduk	74
4.5. Penentuan Batas Daerah Aliran Sungai (DAS).....	76
4.6. Peta Tata Guna Lahan dan Jenis Tanah	82
4.6.1. Peta Tata Guna Lahan.....	82
4.6.2. Peta Jenis Tanah.....	88
4.7. Analisis Hidrologi	90
4.7.1 Data Curah Hujan	90
4.7.2 Lokasi Stasiun Hujan di DAS Konto.....	91
4.7.3 Uji Konsistensi	94
4.7.3.1 Analisis Kurva Massa Ganda	94
4.7.4 Uji Konsistensi	99
4.7.4.1. Uji Korelasi Metode Spearman.....	99
4.7.5 Uji Konsistensi	101
4.7.5.1. Uji Kestabilan Varian.....	101
4.7.5.2 Uji Kestabilan Nilai Rata-Rata.....	102
4.7.6 Uji Persistensi	105
4.8. Format input data dan pembuatan database ArcSWAT	106
4.8.1 Penggambaran tema tata guna lahan.....	106
4.8.2 Penggolongan tema Jenis Tanah.....	108
4.8.3 Kemiringan Lereng (Slope).	109
4.8.2 Penggolongan tema Jenis Tanah.....	109
4.8.4 Input data hujan sesuai format ArcSWAT	115
4.8.5 Input data hujan sesuai format ArcSWAT.....	115
4.8.6 Pengelolaan HRU (Hydrologic Response Unit)	119
4.8.7. Pengolahan Weather Station.....	120
4.9. Simulasi ArcSWAT	123

4.10	Output ArcSWAT.....	126
4.11	Hasil Simulasi	126
4.11.1	Hasil Simulasi Sebelum Kalibrasi.....	129
4.11.2	Kalibrasi Parameter Model	129
4.11.3	Hasil Simulasi Model Setelah Kalibrasi.	130
4.12	Output Pemodelan ArcSWAT 2012	134
4.13	Hasil ArcSWAT	136
4.13.1	Kadar NO ₃ -N di Inflow tahun 2009	136
4.13.2	Hasil Simulasi NO ₃ -N di Inflow Tahun 2017.....	140
4.13.3	Kadar Total Phospat di Inflow tahun 2009.....	144
4.13.4	Hasil Simulasi Phospat di Inflow Tahun 2017	148
4.13.5	Kadar BOD di Inflow Tahun 2009.....	152
4.13.6	Hasil Simulasi BOD di Inflow Tahun 2017.....	156
4.13.7	Kadar DO di Inflow di Inflow Tahun 2009	160
4.13.8	Hasil Simulasi DO di Inflow Tahun 2017.....	164
4.13.9	Kadar Total Suspended Solid di Inflow Tahun 2009.....	168
4.13.10	Hasil Simulasi Total Suspended Solid di Inflow Tahun 2017	172
4.14	Fas di Inlet Waduk	176
4.14.1	Kadar NO ₃ -N di Waduk	176
4.14.2	Kadar Phospat di Waduk.....	179
4.14.3	Kadar BOD di Waduk.....	181
4.14.5	Kadar DO di Waduk.....	184
4.14.5	Kadar TSS di Waduk.....	186
BAB V KESIMPULAN		
5.1.	Kesimpulan	189
5.2.	Saran	190
DAFTAR PUSTAK		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemanfaatan Danau Sebagai Sumber Air.....	9
Tabel 2.2 Tabel Baku Mutu Untuk Budidaya Perikanan.....	13
Tabel 2.3 Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air.....	20
Tabel 2.4 Format dBase tabel land use (.dbf).....	29
Tabel 2.5 Format dBase tabel soil Stmuid.....	30
Tabel 2.6 Format dBase tabel soil Name.....	30
Tabel 2.7 Precipitation gage location table (.txt).....	31
Tabel 2.8 Format data hujan (.txt)	31
Tabel 2.9 Bilangan Kurva Air Larian (CN).....	40
Tabel 2.10 Bilangan kurva air larian (CN) untuk kondisi hujan	41
Tabel 2.11 Kelompok tanah menurut NRCS.....	41
Tabel 2.12 Angka kekasaran Manning (n) untuk aliran di lahan	44
Tabel 2.13 Klasifikasi Struktur Tanah.....	49
Tabel 2.14 Klasifikasi Ukuran Partikel Struktur Tanah.....	49
Tabel 2.15 Klasifikasi Permeabilitas	49
Tabel 2.16 Hasil Pengamatan Indeks Erodibilitas.....	50
Tabel 4.1 Hasil Uji Laboratorium Terhadap Indikator kedalaman 0,3 m tahun 2009	66
Tabel 4.2 Hasil Uji Laboratorium Terhadap Indikator kedalaman 4 m tahun 2009	67
Tabel 4.3 Hasil Uji Laboratorium Terhadap Indikator kedalaman 0,3 m tahun 2017	68
Tabel 4.4 Hasil Uji Laboratorium Terhadap Indikator kedalaman 4 m tahun 2017	69
Tabel 4.7 Persentase Air Tercemar pada Waduk Selorejo tahun 2009	71
Tabel 4.8 Persentase Air Tercemar pada Waduk Selorejo tahun 2017	72
Tabel 4.9 Hasil Analisis Menggunakan Storet Kedalaman 0,3 m Tahun 2009	74
Tabel 4.10 Hasil Analisis Menggunakan Storet Kedalaman 4 m Tahun 2009	74
Tabel 4.11 Hasil Analisis Menggunakan Storet Kedalaman 0,3 m Tahun 2017	82
Tabel 4.12 Hasil Analisis Menggunakan Storet Kedalaman 4 m Tahun 2017	82
Tabel 4.13 Luasan Tata Guna Lahan Das Konto.....	88
Tabel 4.14 Jenis Tanah	91
Tabel 4.15 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan DAS Konto.....	91
Tabel 4.16 Lokasi Stasiun Hujan di DAS Konto.....	97
Tabel 4.17 Data Curah Hujan Total Tahunan di DAS Konto.....	95
Tabel 4.18 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Pujon	96
Tabel 4.19 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Kecepit Setelah di Koreksi	97
Tabel 4.20 Data Curah Hujan Baru yang sudah dikoreksi	98
Tabel 4.21 Uji Korelasi Metode Spearman Stasiun Kecepit.....	99
Tabel 4.22 Rekapitulasi Uji Ketidak-Adaan Trend	99
Tabel 4.23 Perhitungan nilai rerata dan simpangan baku.....	103
Tabel 4.24 Perhitungan Uji Kestabilan Varian dan Uji Kestabilan Rata-rata.....	104
Tabel 4.25 Rekapitulasi Perhitungan Uji Persistensi	106

Tabel 4.26 Rekapitulasi Pengujian Data Hujan	106
Tabel 4.27 Klasifikasi kemiringan lahan.....	107
Tabel 4.28 Contoh perhitungan susunan data hujan bulanan stasiun Pujon	115
Tabel 4.29 Input data hujan stasiun Jombok	115
Tabel 4.30 Input Data Hujan Stasiun Kedungrejo	115
Tabel 4.31 Input Data Hujan Stasiun Ngantang.....	115
Tabel 4.32 Input Data Hujan Stasiun Pujon.....	117
Tabel 4.33 Nilai CN II untuk masing-masing tata guna lahan.....	117
Tabel 4.34 Nilai K untuk masing-masing tanah di Das Konto	117
Tabel 4.35 Angka kekasaran manning untuk aliran sungai	118
Tabel 4.36 Angka kekasaran manning untuk aliran di lahan	118
Tabel 4.37 Format Data Lokasi Hujan	121
Tabel 4.38 Format data hujan harian untuk input rainfall data stasiun Ngantang	122
Tabel 4.39 Hasil Simulasi Debit ArcSWAT sebelum kalibrasi tataguna lahan 2009.....	129
Tabel 4.40 Hasil Simulasi Debit ArcSWAT sebelum kalibrasi tata guna lahan 2017.....	130
Tabel 4.41 Parameter input database untuk kalibrasi model ArcSWAT	130
Tabel 4.42 Hasil simulasi setelah kalibrasi debit ArcSWAT.....	131
Tabel 4.43 Hasil simulasi setelah kalibrasi debit ArcSWAT.....	133
Tabel 4.44 Hasil Analisis NO3-N 2009	136
Tabel 4.45 Hasil Analisis NO3-N 2017	140
Tabel 4.46 Hasil Analisis Total Phospat 2009	144
Tabel 4.47 Hasil Analisis Total Phospat 2017	148
Tabel 4.48 Hasil Analisis BOD 2009.....	152
Tabel 4.49 Hasil Analisis BOD 2017.....	156
Tabel 4.50 Hasil Analisis DO 2009	160
Tabel 4.51 Hasil Analisis DO 2017	164
Tabel 4.52 Hasil Analisis Total Suspended Solid 2009	168
Tabel 4.53 Hasil Analisis Total Suspended Solid 2017	172
Tabel 4.54 Kandungan Polutan NO3-N di Waduk Lahor Tahun 2009 dan 2017	176
Tabel 4.55 Kandungan Polutan Phospat di Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017	179
Tabel 4.56 Kandungan Polutan BOD di Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2009.....	181
Tabel 4.57 Kandungan Polutan D) di Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2009.....	184
Tabel 4.58 Kandungan TSS di Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017	186

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Foto Waduk Selorejo	2
Gambar 2.1 Titik Pengambilan Contoh Air pad Waduk	22
Gambar 2.2 Menu SWAT project setup	24
Gambar 2.3 Watershed Delineator menu	24
Gambar 2.4 Menu HRU Analysis	24
Gambar 2.5 Menampilkan write input menu.....	25
Gambar 2.6 Menu Edit SWAT input.....	25
Gambar 2.7 SWAT simulation menu	26
Gambar 2.8 Menu Kotak Watershed Delination	27
Gambar 2.9 Grafik hubungan limpasan permukaan dengan curah	29
Gambar 2.10 Nomograph untuk pendugaan erodibilitas tanah, K.	48
Gambar 3.1 Peta Kecamatan Ngantang.....	56
Gambar 3.2 Peta DAS Konto	57
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian.....	61
Gambar 3.5 Diagram Alir Pengerjaan ArcSWAT 10.2.2	62
Gambar 4.1 Titik Lokasi Pengambilan Sampel Waduk Selorejo.....	64
Gambar 4.2 Grafik Rekapitulasi Parameter Kualitas Air Kedalaman 0,3m 2009.....	66
Gambar 4.3 Grafik Rekapitulasi Parameter Kualitas Air Kedalaman 4 m 2009.....	67
Gambar 4.4 Grafik Rekapitulasi Parameter Kualitas Air Kedalaman 0.3 m 2017.....	68
Gambar 4.5 Grafik Rekapitulasi Parameter Kualitas Air Kedalaman 4 m 2017.....	69
Gambar 4.6 Tampilan DEM (Digital Elevation Model) dari SRTM 30 meter	77
Gambar 4.7 Tampilan DEM (Digital Elevation Model).....	77
Gambar 4.8 Tampilan “Watershed Delination”	78
Gambar 4.9 Open DEM Raster menu.....	78
Gambar 4.10 Flow direction and accumulation proses	79
Gambar 4.11 Hasil Jaringan Sungai	79
Gambar 4.12 Hasil Penentuan Batas DAS	81
Gambar 4.13 Peta Tata Guna Lahan DAS Konto Tahun 2009	85
Gambar 4.14 Peta Tata Guna Lahan DAS Konto Tahun 2017	87
Gambar 4.15 Peta Jenis Tanah DAS Konto	89
Gambar 4.16 Peta Stasiun Curah Hujan DAS Konto	93
Gambar 4.17 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Pujon	97
Gambar 4.18 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Pujon Setelah di Koreksi	107
Gambar 4.19 Tampilan menu HRU Analysis.....	107
Gambar 4.20 Jendela dialog “land use data.....	107
Gambar 4.21 Jendela dialog “soil data”	108
Gambar 4.22 Contoh Pengelompokan data hujan	115
Gambar 4.23 Tampilan menu Land Cover/Plant Growth Database Edit	115
Gambar 4.24 Tampilan menu Urban Area Database Edit	116

Gambar 4.25 Tampilan Menu User soil database	117
Gambar 4.26 Tampilan menu HRU Definition	119
Gambar 4.27 Tampilan Menu Weather Data Definition	120
Gambar 4.28 Tampilan menu Write Input Tables	122
Gambar 4.29 Write SWAT Database Tables	122
Gambar 4.30 Menu Edit SWAT Input	123
Gambar 4.32 Tampilan menu Setupan Run SWAT Model Simulation	124
Gambar 4.33 Tampilan menu simulasi ArcSWAT	124
Gambar 4.34 Tampilan menu SWAT run successful	125
Gambar 4.35 Tampilan menu SWAT output	125
Gambar 4.36 Grafik hasil simulasi debit ArcSWAT sebelum kalibrasi tahun 2007	127
Gambar 4.37 Grafik Korelasi debit model terhadap data terukur tahun 2009	127
Gambar 4.38 Grafik hasil simulasi debit ArcSWAT sebelum kalibrasi tahun 2017	128
Gambar 4.39 Grafik Korelasi debit model terhadap data terukur lapangan 2017	129
Gambar 4.40 Grafik debit model terhadap data terukur tahun 2009 setelah kalibrasi	132
Gambar 4.41 Grafik Korelasi debit model terhadap data terukur lapangan 2009	133
Gambar 4.42 Grafik debit model terhadap data terukur tahun 2017 setelah kalibrasi	134
Gambar 4.43 Grafik Korelasi debit model terhadap data terukur lapangan 2017	134
Gambar 4.44 Peta Inflow Polutan NO ₃ Tahun 2009	139
Gambar 4.45 Peta Inflow Polutan NO ₃ Tahun 2017	143
Gambar 4.46 Peta Inflow Polutan Phospat Tahun 2009	147
Gambar 4.47 Peta Inflow Polutan Phospat Tahun 2017	151
Gambar 4.48 Peta Inflow Polutan BOD Tahun 2009	155
Gambar 4.49 Peta Inflow Polutan BOD Tahun 2017	159
Gambar 4.50 Peta Inflow Polutan DO Tahun 2009	163
Gambar 4.51 Peta Inflow Polutan DO Tahun 2017	167
Gambar 4.52 Peta Inflow Polutan TSS Tahun 2009	171
Gambar 4.53 Peta Inflow Polutan TSS Tahun 2017	175
Gambar 4.54 Grafik perbandingan inflow polutan organik NO ₃ 2009	177
Gambar 4.55 Grafik perbandingan inflow polutan organik NO ₃	177
Gambar 4.56 Grafik Kandungan NO ₃ -N pada Waduk Selorejo 2009 dan 2017	178
Gambar 4.57 Grafik perbandingan inflow polutan Phospat 2009	179
Gambar 4.58 Grafik perbandingan inflow polutan Phospat hasil lapangan	180
Gambar 4.59 Grafik Kandungan Phospat pada Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017 ...	180
Gambar 4.60 Grafik perbandingan inflow polutan BOD hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo Tahun 2019	180
Gambar 4.61 Grafik perbandingan inflow polutan BOD hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo Tahun 2017	182
Gambar 4.62 Grafik Kandungan BOD pada Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017	182
Gambar 4.63 Grafik perbandingan inflow polutan DO hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo Tahun 2009	184



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting dan diperlukan tidak hanya oleh manusia, tetapi juga diperlukan untuk kelestarian kehidupan flora dan fauna. Semua kegiatan kehidupan manusia mulai dari kebutuhan pangan hingga perkembangan industri memerlukan air dengan jumlah yang cukup dan dengan kualitas yang sesuai dengan kebutuhan nya. Dari segi ilmu biologi, air memiliki sifat-sifat yang penting bagi kehidupan. Air mendorong adanya reaksi yang dapat membuat senyawa organik melakukan replikasi dan air juga merupakan zat pelarut yang penting bagi proses metabolisme makhluk hidup.

Bagi biota perairan, misalnya ikan, kerang, udang dan lain-lain, air berfungsi sebagai media, baik internal maupun eksternal. Sebagai media internal, air berfungsi sebagai bahan baku reaksi di dalam tubuh, untuk mengangkut bahan makanan ke seluruh tubuh, pengangkut keluar sisa metabolisme dari dalam tubuh, dan untuk pengatur suhu tubuh. Dan sebagai media eksternal, air berfungsi sebagai habitatnya. Oleh karena itu peran air bagi kehidupan biota perairan sangatlah esensial, maka dalam budi daya perairan/perikanan, kuantitas dan kualitas nya harus diperhatikan dan dijaga sesuai dengan kebutuhan organisme yang dibudidayakan (Gusrina. Budidaya Ikan Jilid 1 SMK, 2008, p.10).

Sebagaimana makhluk hidup lainnya, lingkungan yang nyaman dibutuhkan biota air agar dapat hidup sehat dan tumbuh optimal. Apabila lingkungan tersebut tidak memenuhi syarat, biota air di dalam nya akan mengalami gangguan dan ketidak stabilan yang dapat menyebabkan kematian.

Selain badan air badan air alami seperti laut dan sungai, biota air juga banyak terdapat di dalam badan air buatan manusia seperti waduk atau kolam. Salah satunya Bendungan Solorejo yang terletak di Desa Solorejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pada tahun 1963 waduk ini dibangun dengan tujuan untuk menampung Sungai Konto, anak Sungai Brantas, dan Sungai Kwayangan untuk mencegah banjir. Pada perkembangan nya, Waduk Solorejo juga difungsikan untuk keperluan wisata irigasi, pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), dan juga budidaya perikanan.

Akan tetapi, karena meningkatnya jumlah penduduk di sekitar DAS yang membuat adanya perubahan tata guna lahan, hal ini menyebabkan masuknya limbah dari sektor pertanian dan pemukiman penduduk, yang nantinya menyebabkan menurunnya kualitas air yang ada di dalam waduk yang diduga mengandung zat-zat kimia seperti nitrat, fosfat, dan lain-lainnya.

Karena penurunan kualitas air yang diakibatkan karena perubahan tata guna lahan, hal ini dikhawatirkan akan mengganggu perkembangan pada sektor budidaya perikanan di Waduk Selorejo ini, sehingga perlu dilakukan upaya untuk mengatasi permasalahan yang terdapat pada waduk tersebut. Studi ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air yang peruntukannya untuk budidaya perikanan di waduk terhadap adanya perubahan tata guna lahan yang terjadi.

1.2. Identifikasi Masalah



Gambar 1.1. Foto Waduk Selorejo
Sumber: Diambil pribadi tanggal 28 Oktober 2017

Waduk Selorejo mempunyai fungsi yaitu; sebagai sumber air baku, irigasi, PLTA, dan obyek wisata. Namun perairan Waduk Selorejo ini juga merupakan sumber daya yang potensial bagi sektor budidaya perikanan yang memberi nilai dan fungsi terhadap waduk ini. Masyarakat di Desa Selorejo ini banyak mengandalkan mata pencarian nya pada budidaya ikan air tawar ini di Waduk Selorejo, sehingga penting nya menjaga kualitas air sesuai dengan peruntukannya, yang dalam kasus ini untuk budidaya ikan.

Dunia perikanan sangat besar kaitannya dengan kualitas air. Kualitas air yang harus dipenuhi untuk kepentingan hidup makhluk hidup adalah kelas 2, yang mana peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan lain-lain peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. (PP RI nomor 82 tahun 2001)

Adanya pemukiman di sekitar DAS dan pengaruh sisa-sisa zat kimia dari sektor pertanian membuat kualitas lingkungan baik air maupun daerah perpohonan sangat menurun. Dengan banyak nya pembangunan yang tidak teratur tentu ini mengakibatkan perubahan tata guna lahan sehingga banyak nya sedimen yang berada di dalam DAS dan akan berdampak pada kualitas air di DAS Konto ini. Material asing yang masuk ke dalam waduk dikhawatirkan menyebabkan gangguan terhadap kualitas air waduk dan menyebabkan kestabilan organisme yang hidup di dalamnya terganggu. Padahal, Waduk Selorejo ikut memiliki peran penting dalam perikanan air tawar di Malang.

Pengaruh pupuk pada lahan pertanian adalah salah satu penyebab terkontaminasi nya air yang masuk ke danau. Keberadaan fosfat secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrat dapat menstimulir ledakan pertumbuhan algae di perairan (*algae bloom*). *Algae* yang berlimpah ini dapat membentuk lapisan pada permukaan air, yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi oksigen dan cahaya matahari sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem perairan.

Dari permasalahan yang disebutkan terlihat bahwa perubahan tata guna lahan pada daerah hulu dari DAS telah menunjukkan dampak yang buruk pada kelestarian danau/waduk khususnya pengaruh kualitas air pada Waduk Selorejo.

Pemodelan kualitas air menggunakan *software* SIG sangatlah membantu dalam penggunaannya dan hasil analisa nya dapat dipertanggung jawabkan dengan maupun secara teori dan praktis. Salah satu *software* SIG adalah *ArcSWAT 10.2.2* yang dibikin untuk menyelesaikan masalah-masalah pada sumber daya air secara detail dan lengkap, dalam aplikasi ini juga dapat memodelkan suatu kualitas air.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang sudah ditentukan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan pokok permasalahan penting yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh tata guna lahan terhadap tingkat kualitas air di DAS Konto dan Inlet Waduk Selorejo berdasarkan hasil uji laboratorium dan simulasi dari *software ArcSWAT 10.2.2*?
2. Bagaimanakah perbandingan data kualitas air dengan baku mutu untuk budidaya perikanan di Waduk Selorejo, yaitu; Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Total Phospat sebagai P, BOD, DO dan Total Suspended Solid (TSS)?
3. Bagaimana hasil status mutu air di Waduk Selorejo menggunakan metode STORET?

4. Bagaimana evaluasi dari hasil pengukuran dan perhitungan simulasi ArcSWAT pada tahun yang di teliti?

1.4. Batasan Penelitian

Agar pembahasan dalam penelitian terarah dan sesuai dengan tujuan, maka perlu diberikan batasan-batasan masalah. Batasan masalah studi ini adalah sebagai berikut:

1. Daerah penelitian meliputi DAS Konto dan Waduk Selorejo, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur.
2. Parameter kualitas air yang diteliti adalah ; Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Total Phospat sebagai P, BOD, DO dan Total Suspended Solid (TSS)?
3. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk mengamati pengaruh tata guna lahan adalah *ArcSWAT 10.2.2*
4. Parameter hasil pemodelan *ArcSWAT 10.2.2* yang dibahas adalah kualitas air di Inlet Waduk Selorejo (DAS Konto).

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk memprediksi besarnya tingkat pencemaran limbah akibat adanya tata guna lahan di DAS Konto, sehingga dapat diketahui pengaruh nya terhadap kualitas air di Waduk Selorejo untuk Budidaya Perikanan.
2. Untuk mengetahui kualitas air Waduk Selorejo yaitu; Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Total Phospat sebagai P, BOD, DO dan Total Suspended Solid (TSS) berdasarkan uji laboratorium dan berdasarkan batas mutu air untuk budidaya perikanan.
3. Mengetahui nilai status mutu air Waduk Selorejo dengan metode STORET.
4. Untuk memanfaatkan teknologi SIG dalam menyelesaikan suatu masalah sumber daya air khususnya pengaruh dari tata guna lahan.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah:

1. Dapat memprediksi besarnya tingkat pencemaran dari hasil adanya tata guna lahan di hulu DAS Konto, sehingga dapat diketahui pengaruh nya terhadap kualitas air di Waduk Selorejo untuk Budidaya Perikanan.
2. Untuk mengetahui nilai status mutu air Waduk Selorejo dengan metode STORET.

3. Dapat mengetahui kualitas air Waduk Selorejo yaitu Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Total Phospat sebagai P, BOD, DO dan Total Suspended Solid (TSS) berdasarkan uji laboratorium dan berdasarkan batas mutu air.
4. Diharapkan dapat menjadi himbauan bagi masyarakat setempat agar tidak mencemari air waduk dengan adanya penelitian ini.



Halaman ini sengaja di kosongkan



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Waduk

Waduk adalah tampungan untuk menyimpan air pada waktu kelebihan agar dapat dipakai pada waktu diperlukan (Soedibyo, 2003:7). Manajemen air (water management) di waduk merupakan usaha untuk mengatur dan mengendalikan jumlah air yang masuk dan keluar dari waduk. Air yang dikendalikan adalah air hasil tampungan waduk dari air hujan maupun sungai yang memasok debit kedalam waduk. Pembangunan waduk perlu memperhatikan analisa tentang produksi dan kapasitas.

Keberadaan waduk dan danau sangat penting dalam turut menciptakan keseimbangan ekologi dan tata air. Dari sudut ekologi, waduk dan danau merupakan ekosistem yang terdiri dari unsur air, kehidupan akuatik, dan daratan yang dipengaruhi tinggi rendahnya muka air, sehingga kehadiran waduk dan danau akan mempengaruhi tinggi rendahnya muka air, selain itu, kehadiran waduk dan danau juga akan mempengaruhi iklim mikro dan keseimbangan ekosistem di sekitarnya.

2.1.1 Proses Pembentukan Waduk

Waduk terbentuk karena ada campur tangan manusia dalam proses pembuatannya, Waduk buatan dibangun dengan cara membuat bendungan yang lalu dialiri air sampai waduk tersebut penuh. Waduk juga bisa dibuat dengan pembendungan pada sungai. Pembangunan waduk buatan sendiri umumnya dilakukan di lahan yang bebas dari jangkauan warga ataupun jauh dari kawasan keramaian (Akra, Irfan, 2016, p.24).

2.1.2. Fungsi-Fungsi Waduk

Fungsi dan guna waduk:

1. **Suplai air ke hilir:** Air bisa dilepaskan dari waduk yang lebih tinggi sehingga lebih rendah dari waduk tersebut bisa disaring menjadi air minum di daerah yang lebih rendah, kadang bahkan ratusan.
2. **Irigasi:** Air di waduk untuk irigasi bisa dialirkan ke jaringan sejumlah kanal untuk fungsi pertanian atau sistem pengairan sekunder. Irigasi juga bisa didukung oleh waduk yang mempertahankan aliran air yang memungkinkan air diambil untuk irigasi di bagian yang lebih rendah dari sungai. Imana ada sebuah aliran yang berasal dari suatu tempat yang dialirkan

3. **Untuk Tenaga Listrik** : Waduk dapat digunakan sebagai tenaga pembangkit listrik dengan air. Dimana ada sebuah aliran yang berasal dari suatu tempat yang dialirkan untuk menggerakkan turbin atau kincir air untuk menghasilkan tenaga listrik.
4. **Kontrol banjir**: Waduk sebagai pengendali banjir mengumpulkan air saat terjadi curah hujan tinggi, dan perlahan melepaskannya selama beberapa minggu atau bulan. Beberapa dari waduk seperti ini dibangun melintang terhadap aliran sungai dengan aliran air dikontrol melalui orifice plate. Saat aliran sungai melewati kapasitas orifice plate di belakang waduk, air akan berkumpul di dalam waduk.
5. **Sumber Air Minum** –Waduk juga dapat digunakan sebagai sumber air minum. Sebelum layak diminum, tentunya harus melalui beberapa proses untuk dapat diminum seperti proses filter dan membunuh komponen yang dapat menyebabkan penyakit dengan cara mendidihkan air tersebut
6. **Budidaya Ikan** – Waduk juga dapat dijadikan sebagai tempat budidaya ikan, terutama untuk ikan yang spesiesnya hampir punah. Budidaya ikan ini tujuannya selain untuk memperbanyak spesies juga bertujuan untuk meningkatkan hasil perikanan di Indonesia

2..2. Ekosistem Waduk

Bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, beton, dan/atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang (tailing), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk. Waduk adalah wadah buatan yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan. (Peraturan Pemerintah 37 Tahun 2010). Pada dasarnya waduk mempunyai fungsi sama seperti danau, yaitu fungsi ekologi dan fungsi sosial-ekonomi-budaya (sda.pu.go.id/wiki/index.php/Bendungan).

- Fungsi ekologi danau/waduk adalah sebagai pengatur tata air, pengendali banjir, habitat hidupan liar atau spesies yang dilindungi atau endemik serta penambat sedimen, unsur hara dan bahan pencemar.
- Fungsi dari ekonomi, sosial, dan budaya waduk adalah untuk memenuhi keperluan-keperluan manusia, contoh nya sebagai sumber air yang dapat digunakan untuk pertanian, industri, perikanan, rumah tangga, dan sebagian besar dapat digunakan untuk PLTA. Juga berfungsi untuk tampungan air hujan yang berlebih yang dapat membantu mengatasi banjir dan juga bermanfaat sebagai sarana pariwisata

Pada Undang-Undang nomor 11 Tahun 1974 Pasal 1 dijelaskan bahwa yang dimaksud sumber air adalah wadah alami dan yang telah dibuat oleh manusia seperti danau, sungai,

dan waduk. Waduk sebagai salah satu dari sumber air, pengelolalaan nya tidak dapat di jalankan dengan sendiri, harus dimasukan ke dalam badan pengelolaan DAS dari suatu wilayah, begitu juga pemanfaatan nya. Pemanfaatan Waduk sebagai sumber air menurut Pasal 8 ayat (2), memiliki fungsi untuk:

Tabel 2.1. Pemanfaatan Waduk Sebagai Sumber Air

1.	a. air minum b. rumah tangga c. pertahanan dan keamanan nasional d. peribadatan e. usaha perkotaan, misalnya mencegah kebakaran, penggelontoran, menyiram tanaman, dan lain sebagainya
2.	a. pertanian dan pertanian rakyat b. perkebunan c. pertanian d. perikanan
3.	a. Industri b. pertambangan c. lalu lintas air d. rekreasi

Sumber: UU No. 11 Tahun 1974

Banyak nya berbagai ancaman yang dapat merusak ekosistem dari waduk, baik secara alami maupun akibat ulah manusia. Penyebab kerusakan secara alami adalah banjir, gempa bumi, dan juga akibat erupsi. Sedangkan ancaman yang diakibatkan oleh manusia berupa sedimentasi, pencemaran (dari rumah tangga, pertanian, industrim maupun limbah dari budidaya ikan), pemanfaatan sumber daya alam secara berlebihan, konversi lahan, dan juga pembangunan pemukiman.

2.3. Ruang Lingkup Konservasi Waduk

2.3.1. Umum

Konservasi adalah suatu upaya untuk memelihara keberadaan, kelanjutan, dan fungsi sumber daya air agar terus menerus tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik untuk sekarang maupun di waktu kedepan. Sudah jelas bahwa konservasi sangat dibutuhkan di negara ini, yakni untuk alat kendali berjalan nya pembangunan negara ini.

2.3.2. Sistem Pengolahan Konservasi Air

Kegiatan Konservasi sumber daya air pada fungsi ditujukan untuk (UU No. 7 tahun 2004):

- Menjaga keberlanjutan keberadaan air dan sumber air, termasuk potensi yang terkandung di dalamnya.
- Menjaga keberlanjutan kemampuan sumber daya air untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.
- Menjaga keberlanjutan kemampuan air dan sumber air untuk menyerap zat, energi, dan atau kompoen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya. Karena tujuannya demikian penting, dalam UU No. 7 Tahun 2004 Tentang

Sumber Daya Air dalam aspek pengelolaannya, konservasi ditempatkan dalam urutan pertama. Konservasi sumber daya air dilakukan melalui kegiatan – kegiatan:

- Perlindungan dan pelestarian sumber air.
- Pengolahan kualitas air.
- Pengawetan air.
- Pengendalian pencemaran air.

Acuan kegiatan konservasi sumber daya air adalah Pola Pengelolaan Sumber Daya Air yang ditetapkan pada setiap wilayah sugai. Output dari hasil konservasi sumber daya air menjadi salah satu acuan dalam rencana tata ruang wilayah atau RTRW (Ayat (3) Pasal 20 UU Sumber Daya Air).

Konservasi sumber daya air di dilaksanakan pada sungai, danau, waduk, rawa, cekungan air tanah, sistem irigasi, daerah tangkapan air atau daerah aliran sungai (DAS), kawasan suaka alam, kawasan pelestarian alam, kawasan hutan, dan kawasan pantai.

(1) Pasal 25 UU Sumber Daya Air). Konservasi air mempunyai multi efek, diantaranya; mengurangi banjir, kekeringan, dan longsor.

2.3.3. Konservasi Waduk

Dengan dilandasi komitmen untuk mewujudkan pengelolaan danau berkelanjutan dalam mengantisipasi perubahan iklim global, mempertahankan, melestarikan dan

memulihkan fungsi danau berdasarkan prinsip keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungannya melalui:

1. Pengelolaan Ekosistem Waduk, dengan melakukan upaya pengendalian pencemaran air, konservasi keanekaragaman hayati, pengaturan dan pengawasan kegiatan budidaya pada perairan, pengaturan dan penertiban tata guna lahan, pengaturan perijinan sertifikasi lahan bangunan, pengendalian tata ruang Daerah Tangkapan Air (DTA) dan pengendalian erosi.
2. Pemanfaatan dari air Waduk untuk memenuhi kebutuhan masyarakat hanya bisa dilakukan setelah mengkaji secara dalam azas-azas teknologi dan ilmu pengetahuan mengenai kondisi lingkungan, ekonomi, dan sosial serta antipasi terhadap dampak lingkungan yang bisa terjadi
3. Instansi yang terkait dan pemerintahan daerah yang terkait dengan pengembangan sistem monitoring evaluasi dan informasi waduk memberi informasi kepada masyarakat tentang peringatan dini dari kerusakan ekosistem waduk dan adanya potensi resiko bencana.
4. Menyiapkan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi perubahan iklim terhadap waduk, yang didasarkan penerapan pada kaidah ilmu pengetahuan dan teknologi untuk pengantisipasi ancaman perubahan iklim global terhadap fungsi waduk sebagai sumber air tawar.
5. Pengembangan Kapasitas, Kelembagaan dan Koordinasi dalam rangka mensinkronisasi dan sinergisitas program-program/ kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan pengelolaan ekosistem waduk.
6. Peningkatan peran dari masyarakat, melalui pembinaan kepada masyarakat disekitar waduk untuk menjaga kelestarian nya.
7. Pendanaan secara berkelanjutan, dengan penyediaan dana yang tersumber dari APBN, investasi swasta dan bantuan-bantuan luar negeri dan swadaya masyarakat untuk meningkatkan pemanfaatan dari waduk itu sendiri secara berkelanjutan

2.4. Kualitas Air Di Waduk

Pengumpulan air di waduk juga dapat mempengaruhi kualitas air didalam nya. Adanya perubahan ini dikarenakan adanya perbedaan kecepatan dan lamanya waktu yang dibutuhkan dalam menahan air. Keuntungan dari pengumpulan air antara lain, mengurangi kandungan bahan organik dan penurunan kekeruhan. Perubahan yang tidak menguntungkan antara lain menurun nya kandungan oksigen akibat menurunnya aerasi, akumulasi zat pencemar, kurang nya sentuh nya air dengan dasar dan naik nya pertumbuhan ganggang.

Langkah awal untuk mengetahui kualitas air waduk adalah dengan mengambil sampel air dan menguji nya di laboratorium. Faktor lain yang juga berpengaruh pada kualitas air adalah adanya perbedaan kualitas air yang masuk dan tertimbun, adanya penguapan dan juga pelarutan dan evaporasi gas yang terjadi pada kedalaman tertentu.

Selain itu, aktivitas hewan dan tumbuhan yang hidup di dalam air menyebabkan kualitas air dari titik titik tubuh waduk makin tidak seragam. Titik-titik pengambilan sampel air ditetapkan dengan menentukan terlebih dahulu beberapa garis melintang di waduk tersebut. Lalu di setiap kedalaman dan interval jarak tertentu diambil sampel airnya secara depth integrated. Apabila yang diambil hanya satu sampel air saja, maka titik pengambilan sampel air berada di pusat massa air waduknya, karena titik tersebut diperkirakan rata-rata kualitas air di waduk. Untuk menampilkan hasil hasil dari pengujian kualitas air, antara lain dapat menggunakan diagram atau grafik. Jenis-jenis diagram yang sering digunakan adalah diagram vektor, diagram vektor, diagram batang dan diagram stiff.

2.4.1 Baku Mutu Air Untuk Kelas II / Budidaya Perikanan

Baku Mutu Air Untuk Budidaya Ikan - Dalam melaksanakan usaha perikanan khususnya untuk budidaya sangat diperlukan peranan kualitas air yang sangat penting dan menentukan suatu keberhasilan,. Karena air berfungsi sebagai media internal dan eksternal. Sebagai media internal air berfungsi sebagai bahan baku untuk reaksi dalam tubuh, pengangkut bahan makanan ke seluruh tubuh, pengangkut sisa metabolisme untuk dikeluarkan dari dalam tubuh dan pengatur atau penyangga suhu tubuh. Selain itu juga berfungsi sebagai media eksternal sebagai habitatnya. Oleh karena itu air yang memenuhi baku mutu kualitas air akan menunjang kehidupan dan pertumbuhan ikan.

Tabel 2.2. Tabel Baku Mutu untuk Budidaya Perikanan

No.	Parameter	Nilai kisaran untuk Budidaya Ikan	Peralatan Pengukuran
Aspek Fisik			
1.	Suhu	20 – 30 °C	Termometer
2.	Kecerahan	> 10 cm	Secchi Disc
3.	Kekeruhan	25 – 400 JTU	Turbiditymeter
4.	Salinitas	Air tawar 0 – 5 ‰ Air payau 6 – 29 ‰ Air tawar 30 – 35 ‰	Salinometer/ Refraktometer
5.	Debit air	Air deras 50 l/dt Air tenang 0,5 – 5 l/dt	Current meter
Aspek Kimia			
1.	Oksigen terlarut	5 – 6 ppm	DO meter/Metode Winkler
2.	Karbondiodoksida	Max 25 ppm	CO meter/Metode Titasi
3.	pH	6,5 – 8	pH meter/Kertas Lakmus
4.	Alkalinitas	50 – 500 ppm CaCO ₃	
5.	Kesadahan	3 – 15 dH	dH meter
6.	Ammonia	< 1,5 ppm	Spektrofotometer
7.	H ₂ S	< 0,1 ppm	Spektrofotometer
8.	Nitrit	< 0,2 ppm	Spektrofotometer
9.	Nitrat	0 – 1,5 ppm	Spektrofotometer
10.	Phosphat	< 0,02 ppm	Spektrofotometer
Aspek Biologi			
1.	Kelimpahan Plankton	Sesuai kebutuhan	Planktonnet/
2.	Kelimpahan Benthos		Haemocytometer
3.	Kelimpahan Perifiton		Ekman Dredge

Sumber: <http://bauzadhamzah.blogspot.co.id/2012/08/parameter-kualitas-air-budidaya> (Di akses 5 November 2017)

2.5. Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Storet

Metoda STORET merupakan salah satu metoda untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Dengan metoda STORET ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Secara prinsip metoda STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)” dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu :

- (1) Kelas A : baik sekali, skor = 0 (memenuhi baku mutu)
- (2) Kelas B : baik, skor = -1 s/d -10 (cemar ringan)
- (3) Kelas C : sedang, skor = -11 s/d -30 (cemar sedang)
- (4) Kelas D : buruk, skor ³ -31 (cemar berat)

2.5.1 Prosedur Penggunaan

Penentuan status mutu air dengan menggunakan metoda STORET dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Lakukan pengumpulan data kualitas air dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (*time series data*).

2. Bandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran \leq baku mutu) maka diberi skor 0.
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran $>$ baku mutu), maka diberi skor :

Tabel 2.3. Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air

Jumlah contoh ¹⁾	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
³ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber : Canter (1977)

Catatan : ¹⁾ jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan status mutu air.

5. Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.

2.6. Tata Guna Lahan

2.6.1. Umum

Karakteristik yang paling berpengaruh hubungan antara alam dan manusia adalah tata guna lahan. Semakin meluasnya lahan-lahan kritis, sedimentasi dan erosi, pencemaran air pada dasarnya disebabkan karena ada nya tata guna lahan yang tidak sesuai dengan daya dukung dan potensi peruntukan nya.

Menurut PP RI Nomor 16 Tahun 2014 tentang Penggunaan Tanah, penatagunaan tanah mempunyai tujuan untuk mengatur penggunaan, penguasaan dan pemanfaatan tanah untuk berbagai kebutuhan kegiatan pembangunan yang sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah

- a. mewujudkan penguasaan, pemanfaatan dan penggunaan tanah untuk menyesuaikan dengan perintah / arahan fungsi kawasan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah.
- b. mewujudkan ketertertibn meliputi penguasaan, pemanfaatan dan penggunaan tanah terhadap pemeliharaan tanah serta pengendalian dari pemanfaatan tanah.
- c. menjamin kepastian hukum untuk menguasai, untuk memanfaatkan tanah untuk masyarakat yang mempunyai hubungan hukum dengan tanah sesuai Rencana Tata Ruang Wilayah yang sudah ditentukan.

2.6.2. Perubahan Penggunaan Lahan

Adanya perubahan terhadap penggunaan lahan dapat membuat perubahan pada lingkungan dan sosial ekonomi sekitar. Pada umumnya penggunaan lahan dapat digolongkan menjadi 2, yaitu:

1. Penggunaan lahan di pedesaan, umumnya karena produksi pertanian, yang juga termasuk pengelolaan sumberdaya alam dan kehutanan.
2. Penggunaan lahan di perkotaan, umumnya karena penggunaan pada tempat tinggal, layanan jasa, pemusatan ekonomi, dan pemerintahan.

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang, tertulis: pemanfaatan ruang meliputi kawasan pedesaan, kawasan perkotaan, kawasan lindung serta kawasan budidaya. Kawasan lindung adalah kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumberdaya alam dan sumberdaya buatan. Kawasan budidaya merupakan kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk melakukan budidaya atas dasar kondisi dan potensi sumberdaya alam, sumberdaya manusia, dan sumberdaya buatan.

Pemanfaatan kawasan budidaya untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia harus diusahakan tidak mengganggu dan merusak ekosistem kawasan lindung. Perubahan penggunaan lahan yang tidak terkendali dan tanpa tindakan konservasi tanah dan air akan menyebabkan terjadinya erosi. Erosi yang terjadi dapat menyebabkan degradasi lahan, yang akhirnya menyebabkan menurunnya produktivitas lahan.

Perubahan penggunaan lahan umumnya dapat diamati dengan menggunakan data-data spasial dari peta penggunaan lahan dari titik tahun yang berbeda. Data-data penginderaan jauh (remote sensing data) seperti citra satelit, radar, dan foto udara sangat berguna dalam pengamatan perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan (landuse change) meliputi pergeseran penggunaan lahan menuju penggunaan lahan yang berbeda (conversion) atau diversifikasi pada penggunaan lahan yang sudah ada. Secara umum perubahan penggunaan lahan akan mengubah: (a) karakteristik aliran sungai, (b) jumlah aliran permukaan, (c) sifat hidrologis daerah yang bersangkutan. Penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu. Informasi penggunaan lahan dapat dikenali secara langsung dengan menggunakan penginderaan jauh yang tepat. Informasi tentang kegiatan manusia pada lahan tidak selalu dapat ditafsir secara langsung dari penutupan lahannya.

Penggunaan lahan pada kawasan hutan, terutama yang terkait dengan tutupan hutan, berubah dengan cepat dan sangat dinamis. Hal itu dapat dilihat dari keadaan Waduk

Selorejo yang sudah memberi begitu banyak manfaat, akan tetapi mengalami degradasi yang cukup drastis baik dari kualitas maupun kuantitas berupa lahan pertanian, baik pertanian lahan kering maupun lahan sawah.

2.7. Penggolongan Air Sesuai Peruntukannya

Klasifikasi Mutu Air Menurut Peraturan tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup terdapat empat kelas air yaitu sebagai berikut:

- 1) Kelas satu (I), yaitu air yang dapat digunakan untuk air minum secara langsung tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu.
- 2) Kelas dua (II), yaitu air yang dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukkan lain yang memenuhi syarat mutu air yang kira-kira sama dengan kegunaan tersebut.
- 3) Kelas tiga (III), yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk budidaya ikan air tawar, untuk mengairi pertamanan, peternakan, dan atau peruntukkan lain nya yang memenuhi syarat mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- 4) Kelas empat (IV), yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian / pertamanan dan atau peruntukkan lainnya yang memenuhi syarat mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.8. Pencemaran Air Waduk

Pencemaran air waduk adalah masuknya atau di masukannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain kedalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ketinggian tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Adapun dalam penggolongannya, air danau termasuk pada golongan III. Di mana air ini dapat di gunakan untuk keperluan pertanian.

Salah satu pencemar air di waduk adalah limbah pertanian yakni kandungan pestisida yang di gunakan oleh petani untuk membunuh hama yang sering menghambat atau mengganggu pertumbuhan tanaman mereka. Kaitannya dengan air waduk adalah pupuk pestisida yang di gunakan oleh petani tersebut dapat merembes ke badan air danau, sehingga dengan takaran yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas air danau tersebut. Zat pencemar atau kontaminan dapat di kelompokkan dalam beberapa kategori. Zat pencemar yang di tinjau di sini adalah zat pencemar yang berbentuk cair atau dapat larut dalam air, yang dapat di bagi menjadi:

2.8.1. Bahan Pencemar Air Waduk

Zat pencemar atau kontaminan dapat di kelompokkan dalam beberapa kategori. Zat pencemar yang di tinjau di sini adalah zat pencemar yang berbentuk cair atau dapat larut dalam air, yang dapat di bagi menjadi:

- a. Kontaminan anorganik.
- b. Kontaminan organik.
- c. Material radioaktif.
- d. Mikroorganisme.

Sumber kontaminan yang berpotensi untuk mencemari air di bagi dalam beberapa kategori yaitu:

- a. Sumber yang berasal dari tempat atau kegiatan yang di rancang untuk di buang dan mengalirkan (*Discharge*) zat atau substansi.
- b. Sumber yang berasal dari tempat atau kegiatan yang dirancang untuk mengolah atau membuang (*dispose*) zat atau substansi.
- c. Sumber yang berasal dari tempat atau kegiatan transportasi zat atau substansi.
- d. Sumber yang berasal dari konsekuensi suatu kegiatan yang terencana.
- e. Sumber yang berasal dari kegiatan yang menyebabkan adanya jalan masuk bagi air terkontaminasi masuk kedalam akuifer.
- f. Sumber kontaminan yang bersifat alamiah atau terjadi secara alamiah. Tetapi, pengaliran atau penyebarannya di sebabkan oleh aktifitas manusia. Di lihat dari katagori sumber, pencemaran air danau termasuk dalam sumber kategori 4 (Empat). Di mana air irigasi yang berlebihan dan mengandung pupuk akan merembes ke dalam tanah dan mencemari air tanah. Hal ini merupakan salah satu contoh sumber pencemar dari kategori ke empat. Demikian pula dengan penggunaan langsung pupuk pestisida dan pupuk kegiatan pertanian.

Pencemaran yang disebabkan oleh limbah pertanian seperti pupuk organik dengan kandungan nitrat dan fosfat yang larut dalam air dapat menyuburkan lingkungan air (eutrofikasi). Karena air kaya nutrisi, ganggang dan tumbuhan air tumbuh subur (*blooming*). Hal yang demikian akan mengancam kelestarian danau, danau akan cepat dangkal dan biota air akan mati karenanya.

2.8.2. Akibat Pencemaran Air Waduk

Keberadaan fosfat secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrat dapat menstimulir ledakan pertumbuhan alga di perairan (*algae bloom*). Alga yang berlimpah ini dapat membentuk lapisan pada permukaan air, yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi oksigen dan cahaya matahari sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem

perairan. Pada saat perairan cukup mengandung fosfat, alga mengakumulasi fosfat di dalam sel melebihi kebutuhannya. Fenomena yang demikian dikenal dengan istilah konsumsi lebih (*luxury consumption*). Kelebihan fosfat yang diserap akan dimanfaatkan pada saat perairan mengalami defisiensi fosfat, sehingga alga masih dapat tumbuh selama beberapa waktu selama periode kekurangan pasokan fosfat. Selama defisiensi fosfat alga juga dapat memanfaatkan fosfat organik dengan bantuan enzim alkalin fosfat yang berfungsi memecah senyawa organofosfat. Keberadaan enzim alkalin fosfat akan meningkat jika terjadi defisiensi fosfat di perairan (Boney, 1989 dalam Effendi, 2003).

2.9. Analisis Kualitas Air

Kualitas air didefinisikan sebagai kadar parameter air yang dianalisis secara teliti sehingga menunjukkan mutu dan karakteristik air. Mutu dan karakteristik air ditentukan oleh jenis dan sifat-sifat bahan yang terkandung didalamnya. Bahan-bahan tersebut, baik padat, cair, maupun gas, terlarut maupun tidak terlarut, secara alamiah mungkin sudah terdapat di dalam air dan diperoleh selama air mengalami siklus hidrologi. Dengan demikian mutu dan karakteristik air ditentukan oleh kondisi lingkungan dimana air itu berada. Aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam dan lingkungan sering menimbulkan bahan sisa atau buangan yang mempunyai kecenderungan pada peningkatan jumlah dan kandungan bahan-bahan di dalam air. Bahan-bahan ini apabila tidak ditangani secara baik dapat menimbulkan permasalahan pencemaran, lebih-lebih apabila lingkungan tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk menetralsir dan mengurangi beban pencemar. Parameter yang diuji dalam proses analisa air danau adalah parameter kimia yang meliputi; Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), BOD5, DO, dan Tot. Fosfat sbg P.

2.9.1. Parameter Kimia

1. Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan, sedangkan kaitannya dengan pencemaran terhadap air danau, nitrat pada konsentrasi tinggi bersama – sama dengan fosfat akan menyebabkan *algae blooming* sehingga menyebabkan air menjadi berwarna hijau (*green-colored water*) dan penyebab eutrofikasi. Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) karena memiliki oksigen lebih sedikit daripada (NO_3). Penggunaan parameter Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dalam studi ini karena baku mutu air (kelas II) dari parameter ini lebih kecil daripada (NO_3), sehingga dapat dipergunakan dalam pertanian.

2. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa-senyawa kimia. Nilai BOD bermanfaat untuk mengetahui apakah air tersebut mengalami biodegradasi atau tidak, yakni dengan membuat perbandingan antara nilai BOD dan COD. Oksidasi berjalan sangat lambat dan secara teoritis memerlukan waktu yang tak terbatas. Pengukuran BOD penting karena merupakan parameter untuk menentukan daya tampung beban pencemaran air danau.

3. DO (*Dissolved Oxygen*)

DO (*Dissolved Oxygen*) atau oksigen terlarut adalah sejumlah oksigen yang terlarut dalam suatu perairan; dinyatakan dalam miligram O₂ per liter. Kuantitas oksigen dalam sejumlah air tertentu penting bagi organisme perairan untuk melakukan aktivitas biokimia, yaitu respirasi (pernapasan), reproduksi, dan kesuburan. Oksigen terlarut yang terkandung di dalam air, berasal dari udara dan hasil proses fotosintesis tumbuhan air. Semakin besar nilai DO pada air, mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang bagus. Sebaliknya jika nilai DO rendah, dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar.

Kadar oksigen yang terlarut bervariasi tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah (*effluent*) yang masuk ke air. Selain itu, kelarutan oksigen dan gas-gas lain berkurang dengan meningkatnya salinitas sehingga kadar oksigen di laut cenderung lebih rendah daripada kadar oksigen di perairan tawar (danau).

4. Tot. Phospat sbg P

Phospat merupakan bahan makanan utama yang digunakan oleh semua organisme untuk pertumbuhan dan sumber energi. Senyawa fosfat dalam air waduk berasal dari sumber alami seperti erosi tanah, buangan dari hewan dan pelapukan tumbuhan. Peningkatan kadar fosfat dalam air waduk, akan menyebabkan terjadinya ledakan populasi (*blooming*).

Prescod (1973), kandungan padatan tersuspensi dalam perairan tidak boleh lebih dari 1000 mg/. Tingginya kandungan TSS dalam perairan akan mengurangi kedalaman penetrasi cahaya matahari ke dalam air sehingga berpengaruh langsung terhadap fotosintesis oleh fitoplankton dan pengaruh tidak langsung terhadap keberadaan zooplankton dalam perairan (Fardiaz, 1992). *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi dalam suatu perairan dapat mengurangi nilai guna perairan dan mempengaruhi organisme yang hidup di dalamnya (Sumawidjaja, 1974).

2.10. Analisis Status Mutu Air

Penentuan status mutu air menggunakan metode storet menurut KepMenLH 115 Tahun 2003. Pada prinsipnya, STORET membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status air.

Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari US-EPA (*Environmental Protection Agency*) dengan mengklasifikasikan mutu air dengan empat kelas, yaitu:

1. Kelas A : Baik Sekali, skor = 0 (memenuhi baku mutu)
2. Kelas B : Baik, skor = -1 s/d -10 (cemar ringan)
3. Kelas C : Sedang, skor = -11 s/d -30 (cemar sedang)
4. Kelas D : Buruk, skor = ≥ -31 (cemar berat)

Adapun langkah- langkah penentuan status mutu air dengan metode Storet adalah sebagai berikut (Lampiran I Kepmen LH No. 115 Tahun 2003):

1. Melakukan pengumpulan data kualitas dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (time series data)
2. Bandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi baku mutu air (hasil pengukuran \leq baku mutu) maka diberi skor 0.
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran $>$ baku mutu), maka diberi skor sesuai dengan tabel dibawah ini:

Tabel 2.3. Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air

Jumlah Contoh	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber: Lampiran I Kepmen LH No. 115 Tahun 2003

5. Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.

2.11. Prosedur Pengambilan Sampel Dalam Rangka Pengamatan Kualitas Air

2.11.1. Umum

Kualitas air adalah sifat – sifat yang di tunjukkan dengan nilai dan atau kadar makhluk hidup, zat, energi, termasuk bahan pencemaran dan atau komponen lain yang ada dan atau terkandung di dalam air. Dalam hal ini pemantauan kualitas air adalah pemeriksaan kualitas air yang di lakukan secara periodik pada lokasi tertentu. Pada pemantauan kualitas air ini dilakukan pengambilan atau contoh air untuk keperluan pemeriksaan. ini dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu; a. contoh sesaat (group sample) pengambilan contoh air yang diambil sesaat pada suatu lokasi tertentu, b. contoh gabungan waktu (composite samples) campuran contoh – contoh sesaat yang di ambil dari satu lokasi pada waktu yang berbeda, c. contoh tempat (integrated samples) campuran contoh – contoh sesaat yang di ambil dari lokasi atau tempat yang berbeda pada waktu yang sama.

2.11.2. Penentuan Lokasi Pengambilan

Lokasi pengambilan contoh air danau atau waduk disesuaikan dengan tujuan pengambilan contohnya, paling tidak diambil dilokasi-lokasi:

- a) Tempat masuknya sungai ke waduk atau danau.
- b) Ditengah waduk atau danau.
- c) Lokasi penyadapan air untuk pemanfaatan.
- d) Tempat keluarnya air dari waduk atau danau.

2.11.3. Peralatan dan Prasarana Pengambilan

Peralatan adalah salah satu bagian yang sangat penting dalam pengambilan. Jika peralatan tersebut rusak atau tidak baik dalam perawatan maka akan menyebabkan data yang diperoleh tidak akurat. Jika hal tersebut terjadi maka memerlukan kalibrasi untuk mengakuratkan data. Peralatan yang perlu dibawa untuk melakukan pengambilan:

- a. GPS merk Garmin.
- b. Kamera digital.
- c. Botol steril untuk pengambilan sampel air Danau.
- d. Kotak pengangkut dari lapangan ke laboratorium.

2.11.4. Tahap Pengambilan

Dalam pengambilan harus dilakukan secara bertahap, berikut tahapan pengambilan:

- a. Kegiatan Persiapan, tahapan persiapan ini meliputi:
 - Melakukan kajian pendahuluan dan koordinasi dengan instansi terkait untuk mengetahui jumlah titik pemantauan eksisting (yang sudah ada), informasi sumber air yang tercemar dan kondisi biota air (ikan dan tumbuhan) guna penetapan lokasi dan frekuensi pengambilan.

- Menyusun dan menetapkan program pengamatan kualitas air termasuk tim pelaksananya.
- Menyiapkan peralatan, bahan dan prasarana untuk pelaksanaan pengambilan di lapangan.

b. Pengambilan dan pengiriman , tahapan ini meliputi:

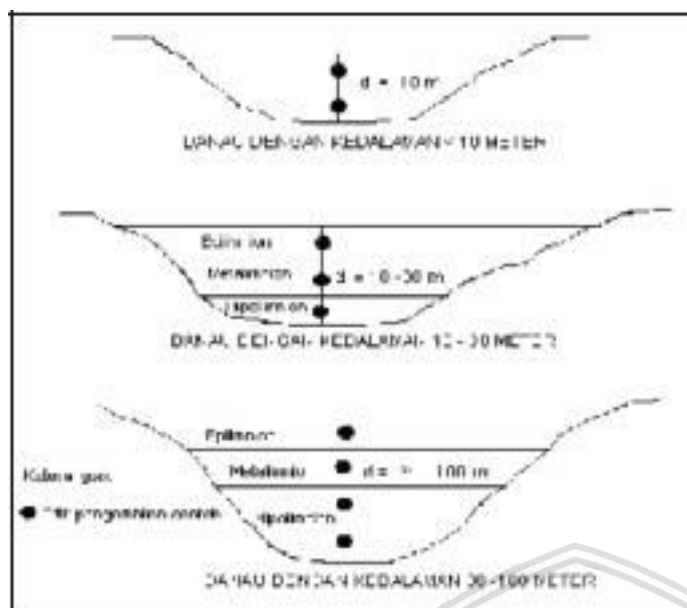
- Melakukan pencatatan data kondisi lingkungan, dengan menggunakan formulir yang telah tersedia.

Melakukan pengambilan, pengawetan, dan pemberian label untuk pemeriksaan laboratorium. Label yang diberikan, mencakup data nomor, nama lokasi pengambilan contoh, tanggal, waktu, serta pastikan wadah atau botol contoh harus tertutup rapat.

c. Titik pengambilan contoh disesuaikan dengan kedalaman danau/waduk sebagai berikut (lihat Gambar 2.1.):

- Danau atau waduk yang kedalamannya kurang dari 10 m, contoh diambil di 2 (dua) titik yaitu permukaan dan bagian dasar, kemudian dicampurkan (komposit kedalaman).
- Danau atau waduk yang kedalamannya 10 m – 30 m, contoh diambil di 3 (tiga) titik yaitu permukaan, lapisan termoklin dan bagian dasar kemudian dicampurkan (komposit kedalaman).
- Danau atau waduk yang kedalamannya 31 m – 100 m, contoh diambil di 4 (empat) titik yaitu permukaan, lapisan termoklin, di atas lapisan hipolimnion, dan bagian dasar kemudian dicampurkan (komposit kedalaman).
- Danau atau waduk yang kedalamannya lebih dari 100 m, titik pengambilan contoh ditambah sesuai keperluan kemudian dicampurkan (komposit kedalaman).

Gambar 2.1. Titik Pengambilan Contoh Air Pada Danau atau



Sumber: SNI Air dan Air Limbah 698957, 2008:11

2.12. ArcSWAT

2.12.1. Pengertian ArcSWAT

ArcSWAT merupakan perkembangan dari versi sebelumnya yaitu AVSWAT 2000. ArcSWAT merupakan *software* yang berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai ekstensi tambahan perangkat lunak ArcMap dengan menggunakan model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*). SWAT merupakan model kejadian kontinyu untuk skala DAS (Daerah Aliran Sungai) yang beroperasi secara harian dan dirancang untuk memprediksi dampak pengelolaan terhadap air, sedimen, dan kimia pertanian pada DAS yang tidak memiliki alat pengukuran. Modelnya berbasis fisik dan efisien menggunakan masukan yang tersedia dan memungkinkan pengguna untuk mensimulasikan untuk jangka waktu yang panjang, model ini diperkenalkan pertama kali oleh Departemen Pertanian di Amerika Serikat dan sekarang sudah banyak digunakan di berbagai dunia. Model ini SWAT ini dijalankan dalam *software* ArcGIS yang harus ditambahkan ekstensi *software* ArcSWAT. ArcSWAT dapat diunduh melalui situs swat.tamu.edu. SWAT dapat digunakan untuk mensimulasikan DAS tunggal atau sistem DAS ganda yang terhubung secara hidrologis. Setiap DAS pertama dibagi menjadi subbasin dan kemudian dibagi menjadi HRU (*Hidrology Respons Unit*) berdasarkan penggunaan lahan, jenis tanah dan kemiringan lereng. Berikut ini merupakan prosedur utama dalam ArcSWAT :

- *Load or select the ArcSWAT extension* (pilih ekstensi ArcSWAT)
- *Delinate the watershed and define the HRUs* (Delinasi DAS dan penentuan HRU)
- (optional) *Edit SWAT databases*
- *Define the weatherdata* (Penentuan data cuaca)

- *Apply the default input files writer* (masukan input file sesuai dengan database ArcSWAT)
- (optional) *Edit the defaultinput files* (edit input data sesuai dengan database)
- *Set up (requires specification of simulation period, PET calculation method, etc.) and run SWAT* (mengatur periode simulasi, perhitungan PET dan selanjutnya running SWAT)
- (Optional) *Apply a calibration tool* (masukan nilai kalibrasi)
- (Optional) *Analyze, plot and graph SWAT output* (menganalisis, dan menggambarkan hasil SWAT)

ArcSWAT user Support :

ArcSWAT merupakan perangkat lunak domain public. Dukungannya disediakan melalui situs pengguna SWAT dan beberapa kelompok pengguna dan forum diskusi. Berikut ini adalah link beberapa situs dukungan SWAT :

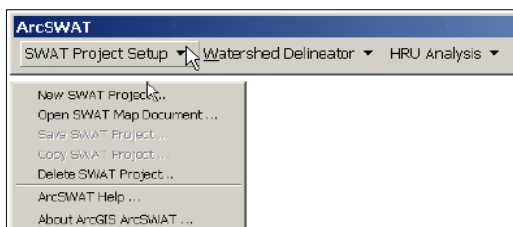
- Situs web pengguna SWAT <http://www.brc.tamus.edu/swat/>
- Forum SWAT dan kelompok pengguna <http://www.brs.tamus.edu/swat/userforums.html>
- Situs web pengguna ArcSWAT <http://www.brc.tamus.edu/swat/ArcSWAT.html>
- Kelompok pengguna ArcSWAT <http://groups.google.com/group/ArcSWAT>

2.12.2. Item toolbar di ArcSWAT

Bagian ini menjelaskan tentang fungsi dari berbagai menu yang tersedia pada ArcSWAT toolbar.

2.12.2.1 Menu SWAT Project Setup

Menu ini berisi item yang mengatur pengaturan dan pengelolaan proyek SWAT. Proyek SWAT terdiri dari sebuah direktori proyek yang berisi dokumen ArcMap, dua geodatabases, dan subdirektori struktur untuk menyimpan dataset GIS sementara, dan file masukan SWAT 2012. Gambar 2.4. Menunjukkan item pada menu SWAT project setup.

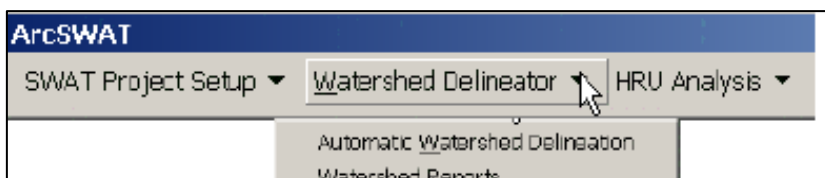


Gambar 2.2. Menu SWAT project setup

Sumber : ArcSWAT, 2017

2.12.2.2. Watershed Delineator menu

Menu watershed delineator berisi semua perintah yang dibutuhkan untuk mendelinasasi subbasin dan evaluasi hasilnya. Gambar 2.5 Menampilkan *Watershed Delineator menu*.



Gambar 2.3 Watershed Delineator menu

Sumber : ArcSWAT, 2017

- *Watershed delineator menu* : automatic watershed delination
Perintah delinasi otomatis mengakses kotak dialog yang akan digunakan untuk mengimpor peta topografi dan selanjutnya adalah mendelineasi daerah aliran sungai.
- *Watershed delineator menu* : Watershed reports
Watershed report merupakan laporan yang berisi hasil delinasi DAS

2.12.2.3. HRU Analysis menu

Menu HRU analisis berisi semua perintah seperti penggunaan lahan, jenis tanah, dan analisis kemiringan lereng yang digunakan untuk menghasilkan SWAT HRUs pada suatu DAS. Gambar 2.6 Menampilkan menu tataguna lahan dan jenis tanah



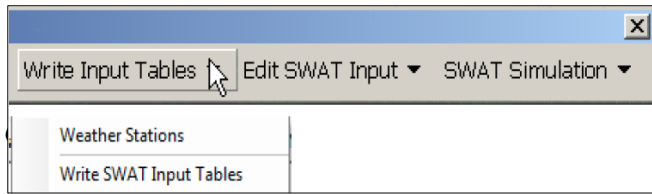
Gambar 2.4. Menu HRU Analysis

Sumber : ArcSWAT, 2017

- *HRU Analysis menu* : Land use/soils/slope definition
Digunakan untuk mengimpor peta tataguna lahan, jenis tanah dan kemiringan lereng. Dan selanjutnya dilakukan *overlay* berdasarkan ketiga peta tersebut untuk membentuk suatu HRU pada DAS tertentu.
- *HRU Analysis menu* : HRU Definition
Merupakan kotak dialog yang digunakan untuk mendefinisikan jumlah HRU yang dibuat di setiap subbasin pada suatu DAS.
- *HRU Analysis menu* : HRU Analysis reports
Berisi laporan hasil dari HRU, Laporan dari HRU *distribution* akan ditampilkan dalam editor teks.

2.12.2.4. Write input tables menu

Write input tables menu merupakan menu input berisi perintah yang menghasilkan file geodatabase yang digunakan untuk menyimpan nilai input data SWAT model.



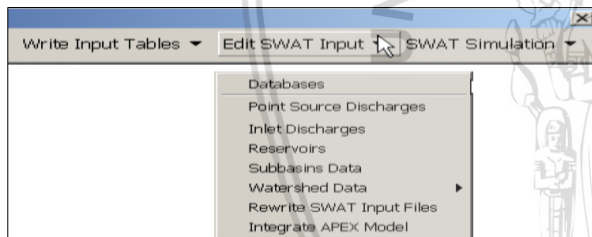
Gambar 2.5 Menampilkan write input menu.

Sumber : ArcSWAT, 2017

- Write input menu : weather stasions
Merupakan menu untuk memasukan lokasi dan data stasiun cuaca pada DAS yang diteliti.
- Write input menu : Write SWAT Input Tables
Merupakan menu masukan SWAT, untuk membuat tabel geodatabase pada ArcSWAT yang menyimpan nilai parameter input SWAT.

2.12.2.5. Edit SWAT input

Menu edit SWAT input memungkinkan pengguna untuk mengedit *database* model SWAT dan file *database watershed* berisi input data yang sesuai dengan kondisi daerah yang diteliti. Gambar 2.8 Berikut merupakan tampilan dari *Edit SWAT input*.



Gambar 2.6. Menu Edit SWAT input

Sumber : ArcSWAT, 2017

- *Edit SWAT Input menu : Databases*
Database merupakan sebuah database untuk memungkinkan pengguna mengakses model SWAT database dari dalam sebuah project SWAT, dan dapat diedit pada sembarang waktu selama pengembangan project SWAT. *Database* SWAT harus diedit ke konten yang diinginkan sebelum menulis masukan SWAT. Mengedit database SWAT akan memodifikasi isi SWAT2012.mdb.
- *Edit SWAT Input menu : Point Source Discharges*
Merupakan menu yang memungkinkan pengguna untuk menentukan titik outlet pada pembentukan subbasin.
- *Edit SWAT input menu : Inlet Discharges*
Perintah inlet discharges memungkinkan pengguna mengakses/mendefinisikan inlet dibagian hulu DAS tidak secara langsung dimodelkan dalam suatu project SWAT.

- *Edit SWAT input menu : Reservoir*

Perintah reservoir memungkinkan pengguna untuk mengakses/mengedit parameter masukan untuk reservoir yang ditempatkan dimanapun di dalam DAS.

- *Edit SWAT input menu : Subbasins Data*

Perintah subbasins data memungkinkan pengguna untuk mengakses/mengedit parameter masukan untuk area lahan, saluran, ponds/wetlands, dan system groundwater di dalam watershed.

- *Edit SWAT input menu : Watershed Data*

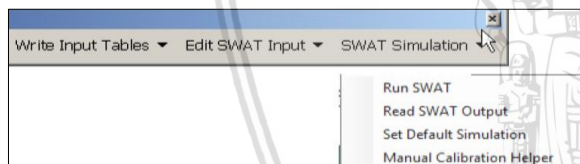
Perintah watershed data memungkinkan pengguna mengakses/mengedit masukan parameter yang diterpkan oleh DAS secara keseluruhan.

- *Edit SWAT input menu : Re-Write SWAT input files*

Perintah *Re-Write* SWAT input files memungkinkan pengguna untuk menulis ulang file masukan SWAT (.sub, .mgt, .hru, dll) setelah geodatabase SWAT telah diedit.

2.12.2.6. SWAT Simulation menu

Menu swat simulation merupakan menu yang memungkinkan pengguna menjalankan model SWAT dan melakukan analisis sensitivitas dan kalibrasi. Gambar 2.9 Berikut merupakan tampilan dari menu *SWAT simulation*



Gambar 2.7. *SWAT simulation menu*

Sumber : ArcSWAT, 2017

- *SWAT simulation menu : RUN SWAT*

Perintah *RUN SWAT* memungkinkan pengguna untuk mengubah parameter menjadi tiga file masukan SWAT, Seperti kode kontrol masukan (.cod), file masukan basin (.bsn), dan file masukan kualitas air pada watershed (.wwq).

- *SWAT Simulation menu : Read SWAT Output*

Perintah *read SWAT Output* memungkinkan pengguna untuk mengimpor file output yang utama menjadi database pada Microsoft acces. Selain itu, dialog yang dibuka dengan perintah ini memungkinkan pengguna untuk menyimpan simulasi SWAT ke dalam folder yang permanen.

- *SWAT simulation menu : Set default simulation*

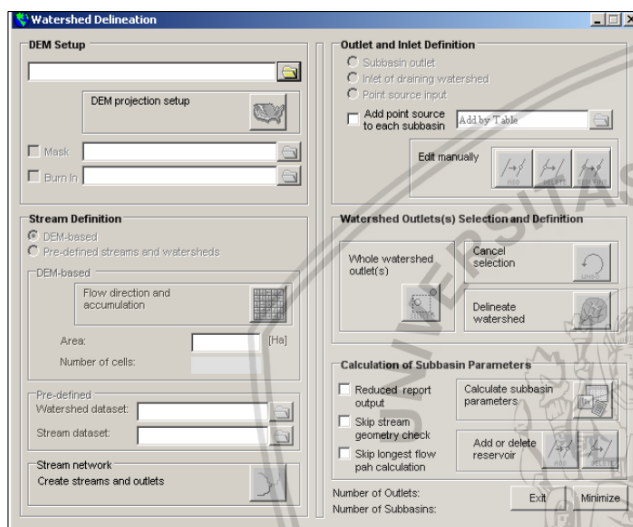
Perintah *set default simulation* memungkinkan pengguna untuk mengatur ulang masukan simulasi dalam SWAT untuk digunakan sebagai simulasi default aktif.

- SWAT simulation menu : *Manual calibration helper*

Perintah manual calibration helper ini merupakan sebuah dialog yang menyediakan alat untuk memungkinkan pengguna membuat perubahan parameter pada HRU tertentu selama kalibrasi manual.

2.13 Penggambaran Watershed

Ketika suatu project baru diciptakan, maka watershed delineation dialog box akan secara otomatis ditampilkan. Jika kotak dialog tidak ditampilkan pada menu ArcSWAT, klik automatic delination. Gambar 2.10 Merupakan tampilan dari menu kotak *Watershed delineation*.



Gambar 2.8. Menu Kotak *Watershed Delineation*
Sumber : ArcSWAT, 2017

Automatic delination digunakan untuk mendapatkan sungai sintesis dan definisi outlet yang ada pada suatu DAS. Pada kotak dialog ini dibagi menjadi lima bagian: *DEM Setup*, *stream definition*, *Outlet and inlet definition*, dan *main watershed outlet selection and definition serta reservoirs*.

2.14. Mempersiapkan Input ArcSWAT

Untuk membuat dataset SWAT perlu mengakses *ArcGUS raster* (GRIDs) dan *dataset vector* yang kompatibel (.shp dan feature class) dan file database yang menyediakan beberapa jenis informasi tentang DAS. Kumpulan data spasial dan file database ini perlu dipersiapkan sebelum melakukan simulasi.

2.14.1 ArcSWAT spasial data

1. *Digital Elevation Model (DEM) : ESRI GRID format*

Penggunaan DEM memakai bilangan bulat atau bilangan real untuk menilai elevasi. Unit yang digunakan untuk menentukan resolusi GRID dan elevasi tidak diperlkan identik. Misalnya, resolusi GRID mungkin berada dalam meter sementara ketinggiannya beradar di yard. Resolusi GRID harus didefinisikan di salah satu unit berikut: meter, kilometer, kaki, yard, mil, derajat decimal. Sedangkan elevasi harus di definisikan di salah satu unit berikut ini : meter, sentimeter, yard, kaki, inci.

2. *Land Cover/ Land Use: ESRI GRID, Shapefile, or Feature Classs Format*

Peta tata guna lahan perlu di reklasifikasi berdasarkan kategorinya ke dalam tutupan lahan/jenis tanamannya. Pengguna memiliki tiga opsi untuk mereklasifikasi ulang kategori tersebut. Pilihan pertama menggunakan tabel pencarian tutupan lahan yang dibangun pada ArcSWAT berisi tabel USGS LULC dan NLCD dalam database SWAT2012.mdb yang mengidentifikasi luas tutupan lahan/tanaman yang berbeda jenis yang digunakan untuk memodelkan berbagai penggunaan lahan. Pilihan kedua adalah mengetikan kode tutupan/jenis tanah pada database SWAT yang dibatasi menjadi 4 huruf untuk masing masing kategori penutupan lahan. Pilihan ketiga adalah membuat user look up table yang mengidentifikasi kode SWAT 4 huruf tersebut untuk berbagai kategori penutupan lahan pada peta yang sudah ada.

3. *Soil : ESRI GRID, Shapefile, or Feature Class Format*

Database tanah juga diperlukan dalam permodelan SWAT ini, karena database tanah yang ada dalam model hanya data tanah Amerika Serikat saja.

Kumpulan data spasial ArcSWAT dapat dibuat dalam proyeksi apapun (proyeksi yang sama harus digunakan untuk semua peta). Pengguna akan mengidentifikasi jenisnya dari proyeksi dan pengaturan proyeksi di saat membuat proyek baru.

2.14.2. ArcSWAT tabel dan text file data

ArcSWAT membutuhkan informasi mengenai komponen dari suatu DAS, antar lain hujan harian, tataguna lahan, kandungan air tanah, dsb. Informasi – informasi itu dihimpun dalam basis data masukan yang dinamakan input data.

2.14.2.1 Land Use Look Up Table (dBase or ASCII)

Tabel tampilan penggunaan lahan digunakan untuk menentukan kode tutupan lahan/tanaman pada ArcSWAT. Kode jenis lahan perkotaan dimodelkan untuk setiap kategori di grid penggunaan lahan. Karena informasi ini bisa dimasukan secara manual, tabel ini tidak diperlukan untuk menjalankan simulasi. Tabel ini dapat diformat sebagai tabel dalam satabase atau sebagai tabel teks yang dibatasi koma dalam format .txt. baris pertama dari tampilan tabel penggunaan lahan harus berisi nama field. Baris yang tersisa

akan menyimpan data yang dibutuhkan, contohnya land use look up table dapat ditemukan di dalam database.

Tabel 2.4. Format dBase tabel land use (.dbf)

Field Name	Field Format	Definition
Value	String	Jumlah Kategori dalam peta
Landuse	String 4 Karakter	Sesuaikan dengan penggunaan lahan SWAT, Yaitu perkotaan/tanaman

Sumber : *ArcSWAT Documentary* (2012.p.15)

Format land use ASCII (.txt)

"value","landuse"
1,RNGE
2,PAST
3,FRSD
4,WATR
5,AGRL
6,URBN

Sumber : *ArcSWAT Documentary* (2012.p.21)

2.14.2.2. Soil Look Up Table (dBase or ASCII)

Soil look up table merupakan tabel yang digunakan untuk menentukan jenis tanah yang akan dimodelkan untuk masing-masing kategori di grid peta tanah. Format tabel akan bervariasi tergantung pada pilihan yang dipilih. Tabel 2.4. Dan Tabel 2.5. Merupakan format tabel jenis tanah yang sesuai dengan program ArcSWAT.

Tabel 2.5. Format dBase tabel soil Stmuid

Field Name	Field Format	Definisi
Value	String	Jumlah Kategori dalam peta
STMUID	String 5 Karakter	5 digit, digit 1-2 nomor kode Negara; digit 3-5 nomor polygon STATSGO
Value	String	Jumlah Kategori dalam peta
S5ID	String 6 Karakter	6 karakter alpha numeric kode untuk SOILS-5 data jenis tanah

Sumber : *ArcSWAT Documentary* (2012.p.27)

Tabel 2.6.

Format dBase tabel soil Name

Field Name	Field Format	Definisi
Value	String	Jumlah Kategori dalam peta

Name	String 30 Karakter	Nama dari jenis tanah. Nama yang dituliskan harus sesuai dengan nama yang sudah dimasukan dalam database User Soils. Catatannama tidak boleh berisi underscore (“_”).
------	--------------------	---

Sumber : *ArcSWAT Documentary* (2012,p.27)

2.14.2.3 Data Curah Hujan

ArcSWAT memerlukan data hujan harian. Nilai nilai untuk hujan didapat dari data pengamatan atau mungkin dihasilkan. Bab ini menguraikan format file yang digunakan untuk membaca data hujan terukur. Data hujan akan menafsirkan atau menyimpulkan model di dalam kenaikan waktu daily atau sub-daily. Data hujan dibutuhkan dalam program *ArcSWAT* untuk memperoleh nilai presipitasi, evaporasi, transpirasi, aliran permukaan, aliran lateral, aliran sungai, dan sebagainya yang berhubungan dengan air dalam permodelan siklus hidrologi.

Pembuatan *precipitation Gage Location Table* (ASCII only) digunakan untuk mendata lokasi stasiun hujan di DAS tersebut. Catatan : tabel stasiun curah hujan harus sama dengan format yang diinginkan program *ArcSWAT* terbaru, format database yang menggunakan versi sebelumnya dari *ArcSWAT* tidak lagi didukung. Tabel 2.7. Merupakan contoh format *precipitation gage location table* yang sudah sesuai dengan *ArcSWAT*.

Tabel 2.7.

Precipitation gage location table (.txt)

Name	Format	Definisi
ID	Bilangan bulat	ID stasiun hujan, contoh : 1
NAME	Maksimal 8 karakter	Nama stasiun hujan
LAT	latitude point	Garis lintang stasiun hujan
LONGV	lonitude point	Garis bujur stasiun hujan
ELEVATION	Bilangan bulat	Elevasi stasiun hujan

Sumber : *ArcSWAT Documentary* (2012,p.30)

Tabel data hujan harian digunakan untuk menyimpan data curah hujan harian. Tabel ini diperlukan jika opsi raingage dipilih untuk curah hujan pada kotak dialog weather generator data. Nama tabel data hujan adalah “name.txt” dimana nama tersebut harus sama dengan nama yang sudah ada pada tabel *precipitation gage location*. Tabel 2.8. Merupakan format tabel data hujan harian yang sudah sesuai dengan format database *ArcSWAT*.

Tabel 2.8.

Format data hujan (.txt)

Baris	Format	Definisi
Pertama	Tahun, bulan, hari	Hari dimulainya hujan
Selanjutnya	curah hujan harian, format random	Jumlah hujan harian (mm)

Sumber : *ArcSWAT Documentary* (2012.p.32)

2.14.2.4 Weather Generator

ArcSWAT membutuhkan data presipitasi harian, temperature maksimum dan minimum, radiasi sinar matahari, kelembaban relative, dan kecepatan angin untuk simulasi program. Data-data ini didapatkan dari data pengamatan pada stasiun-stasiun meteorology dan stasiun hujan. *ArcSWAT* juga mampu membangkitkan data-data yang hilang dari pengukuran. Untuk hal ini *ArcSWAT* menggunakan model pembangkit cuaca WXGEN (Sharpley & Williams, 1990).

Kejadian hujan pada suatu hari berhubungan langsung dengan kelembaban relative, temperatur dan radiasi sinar matahari. Data hujan terlebih dahulu dibangkitkan untuk memperoleh nilai-nilai pembangkitan data kelembaban relative, temperature, dan radiasi sinar matahari. Sehingga data kecepatan angina dapat dibangkitkan.

File input *weather generator* berisi data statistik yang diperlukan untuk menghasilkan wakil data iklim harian untuk subbasins. Idealnya, sedikitnya 20 tahun records digunakan untuk mengkalkulasi parameter di dalam .wgn file. Data iklim akan menghasilkan dua kejadian. Dimana digunakan dalam simulasi dan untuk menelusuri data yang salah.

Pembangkitan data presipitasi dalam *ArcSWAT* menggunakan model Markov Chain-Skewed (Nicks, 1974) dan model Markov Chain Exponential (Williams, 1995). Dalam studi ini digunakan data presipitasi model Markov Chain-skewed (Nicks, 1974). Ketika hari basah (hujan) dibangkitkan, distribusi kepengcengan hujan digunakan untuk membangkitkan jumlah presipitasi yang terjadi. Dalam model Markov Chain-Exponential, peluang hujan pada suatu hari hujan dikondisikan pada hari basah (hujan) ditentukan dengan angka hujan 0,1 atau lebih. Peluang kejadian hujan dan tidak hujan dalam model ini dibagi menjadi dua data masukan dengan rumus seperti berikut ini :

1. Probabilita hari basah pada hari i hari basah pada hari sebelum i,

$$P1 \ (D/W)=1-P1 \ (W/W) \dots\dots\dots (2-12)$$

2. Probabilita hari basah pada hari i hari kering pada hari sebelum i,

$$P1 \ (D/D)=1-P1 \ (W/D) \dots\dots\dots (2-13)$$

dengan :

$P1 (D/W)$ = peluang hari kering pada hari i hari basah pada hari $i - 1$

$P1 (D/D)$ = peluang hari kering pada hari i hari kering pada hari $i - 1$

Untuk menghitung jumlah presipitasi yang terjadi pada suatu hari, *ArcSWAT* menggunakan model distribusi kepengcengan (*skewed distribution*) (Nicks, 1974) dengan rumus sebagai berikut :

$$1. R_{day} = \mu_{mon} + 2 \cdot \sigma_{mon} \left[\frac{\left[\left(\frac{SDN_{day} - \frac{g_{mon}}{6}}{6} \right) \cdot \left(\frac{g_{mon}}{6} \right) + 1 \right]^3 - 1}{g_{mon}} \right] \dots\dots\dots (2-14)$$

dengan :

R_{day} = Jumlah hujan pada suatu hari (mm H₂O)

μ_{mon} = Rata-rata hujan harian bulanan (mm H₂O)

σ_{mon} = Standar deviasi hujan harian bulanan (mm H₂O)

SDN_{day} = Standar normal deviasi terhitung untuk hari hujan

g_{mon} = Koefisien kepengcengan untuk hujan harian bulanan

2. Standar normal deviasi dihitung dengan rumus :

$$SDN_{day} = \cos(6,283 \cdot rnd_2) \cdot \sqrt{-2 \ln(rnd_1)} \dots\dots\dots (2-15)$$

dengan :

SDN_{day} = Standar normal deviasi terhitung untuk hari hujan

rnd_1 dan rnd_2 adalah bilangan acak antara 0,0 dan 1,0

Untuk input data-data pembangkit cuaca, data-data disusun dalam susunan data statistik dengan rumus-rumus sebagai berikut :

1. TMPMX adalah rata-rata temperatur udara maksimum dalam bulanan. Dihitung dengan menjumlahkan temperatur udara maksimum untuk tiap hari di dalam bulan untuk record dan pembagian oleh banyaknya hari yang dijumlahkan.

$$\mu_{mxmon} = \frac{\sum_{d=1}^N T_{mx, mon}}{N} \dots\dots\dots (2-16)$$

dengan :

μ_{mxmon} = Rata-rata temperatur maksimum harian untuk bulan mon (°C)

$T_{mx, mon}$ = Temperatur maksimum harian pada hari ke- d bulan mon (°C)

N = Jumlah temperatur maksimum pada bulan mon

2. TMPMN adalah rata-rata temperatur udara minimum dalam bulanan. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan suhu udara minimum untuk tiap hari di dalam bulan untuk semua tahun record dan pembagian oleh banyaknya hari yang dijumlahkan.

$$\mu mn_{mon} = \frac{\sum_{d=1}^N T_{mn, mon}}{N} \dots\dots\dots (2-17)$$

dengan :

μmn_{mon} = Rata-rata temperatur minimum harian untuk bulan *mon* (°C)

$T_{mn, mon}$ = Temperatur minimum harian pada hari ke-*d* bulan *mon* (°C)

N = Jumlah temperatur minimum pada bulan *mon*

3. TMPSTDMX adalah standar deviasi temperatur harian maksimum dalam bulanan. Simpangan baku untuk suhu udara maksimum harian di dalam bulan. parameter ini mengukur variabilitas pada suhu maksimum untuk masing-masing untuk masing-masing bulan. simpangan baku dapat dihitung:

$$\sigma mx_{mon} = \sqrt{\frac{\left(\sum_{d=1}^N T_{mx, mon} - \mu mx_{mon} \right)^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2-18)$$

dengan :

σmx_{mon} = Standar deviasi temperatur harian maksimum bulan *mon* (°C)

$T_{mx, mon}$ = Temperatur maksimum harian pada hari ke-*d* bulan *mon* (°C)

μmx_{mon} = Rata-rata temperatur maksimum harian untuk bulan *mon* (°C)

N = Jumlah temperatur maksimum pada bulan *mon*

4. TMPSTDMN adalah standar deviasi temperatur harian minimum dalam bulanan. Simpangan baku untuk suhu udara minimum harian di dalam bulan. Parameter ini mengukur variabilitas untuk masing-masing bulan.

$$\sigma mn_{mon} = \sqrt{\frac{\left(\sum_{d=1}^N T_{mn, mon} - \mu mn_{mon} \right)^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2-19)$$

dengan :

- $\sigma_{mn_{mon}}$ = Standar deviasi temperatur harian minimum bulan *mon* (°C)
 $T_{mn, mon}$ = Temperatur minimum harian pada hari ke-*d* bulan *mon* (°C)
 $\mu_{mn_{mon}}$ = Rata-rata temperatur minimum harian untuk bulan *mon* (°C)
 N = Jumlah temperatur minimum pada bulan *mon*

5. PCPMM adalah rata-rata total presipitasi dalam bulanan.

$$\bar{R}_{mon} = \frac{\sum_{d=1}^N R_{day, mon}}{yrs} \dots\dots\dots (2-20)$$

dengan :

- \bar{R}_{mon} = Rata-rata presipitasi bulan *mon* (mm H₂O)
 $R_{day, mon}$ = Presipitasi harian untuk hari ke-*d* pada bulan *mon* (mm H₂O)
 N = Jumlah presipitasi harian pada bulan *mon*
 yrs = Jumlah tahun presipitasi harian

6. PCPSTD adalah standar deviasi presipitasi harian dalam bulanan. Parameter ini mengukur variabilitas hujan untuk masing-masing bulan.

$$\sigma_{mon} = \sqrt{\frac{\left(\sum_{d=1}^N R_{day, mon} - \bar{R}_{mon} \right)^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2-21)$$

dengan :

- σ_{mon} = Standar deviasi presipitasi harian bulan *mon* (mm H₂O)
 $R_{day, mon}$ = Jumlah presipitasi harian untuk hari ke-*d* pada bulan *mon* (mm H₂O)
 \bar{R}_{mon} = Rata-rata presipitasi harian dalam bulan *mon* (mm H₂O)
 N = Jumlah presipitasi harian pada bulan *mon*

7. PCPSKW adalah koefisien kepencengan presipitasi harian bulanan.

$$g_{mon} = \frac{N \cdot \sum_{d=1}^N (R_{day, mon} - \bar{R}_{mon})^3}{(N - 1) \cdot (N - 2) \cdot (\sigma_{mon})^3} \dots\dots\dots (2-22)$$

dengan :

- g_{mon} = Koefisien kepengcengan presipitasi harian bulan mon
 N = Jumlah presipitasi harian pada bulan mon
 $R_{day, mon}$ = Jumlah presipitasi harian untuk hari ke- d pada bulan mon (mm H₂O)
 \bar{R}_{mon} = Rata-rata presipitasi bulanan (mm H₂O)
 σ_{mon} = Standar deviasi presipitasi harian bulan mon (mm H₂O)

8. $PR_W(1, mon)$ adalah probabilitas hari hujan/hari basah (*wet day*) yang mengikuti hari tidak hujan/hari kering (*dry day*), artinya apabila hari ini hujan maka kemarin tidak hujan. Kemungkinan suatu hari basah mengikuti hari kering di dalam bulan itu dapat dihitung:

$$P_1(W/D) = \frac{days_{W/D,i}}{days_{dry,i}} \dots\dots\dots (2-23)$$

dengan :

- $P_1(W/D)$ = Probabilitas hari basah yang mengikuti hari kering di bulan i
 $days_{W/D,i}$ = Jumlah hari basah yang mengikuti hari kering
 $days_{dry,i}$ = Jumlah hari kering selama periode pengukuran

9. $PR_W(2, mon)$ adalah probabilitas hari hujan/hari basah (*wet day*) yang mengikuti hari hujan/hari basah (*wet day*), artinya apabila hari ini hujan maka kemarin juga hujan. Kemungkinan ini dapat dihitung dengan :

$$P_1(W/W) = \frac{days_{W/W,i}}{days_{wet,i}} \dots\dots\dots (2-24)$$

dengan :

- $P_1(W/W)$ = Probabilitas hari basah yang mengikuti hari basah di bulan i
 $days_{W/W,i}$ = Jumlah hari basah yang mengikuti hari basah
 $days_{wet,i}$ = Jumlah hari basah selama periode pengukuran

10. $PCPD(mon)$ adalah jumlah rata-rata hari terjadinya presipitasi dalam bulanan. Parameter ini dapat dihitung:

$$\bar{d}_{wet,i} = \frac{days_{wet,i}}{yrs} \dots\dots\dots (2-25)$$

dengan :

- $\bar{d}_{wet,i}$ = Rata-rata jumlah hari terjadinya presipitasi dalam bulan i
 $days_{wet,i}$ = Jumlah hari basah selama periode pengukuran
 yrs = jumlah tahun pengukuran

11. SOLARAV(*mon*) adalah rata-rata radiasi sinar matahari harian dalam bulanan. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan total radiasi matahari untuk tiap hari di dalam bulan untuk semua tahun record dan pembagian oleh banyaknya hari yang dijumlahkan.

$$\mu rad_{mon} = \frac{\sum_{d=i}^N H_{day, mon}}{N} \dots\dots\dots (2-26)$$

dengan :

μrad_{mon} = Rata-rata radiasi sinar matahari harian untuk bulan *mon* (MJ/M²/day)

$H_{day, mon}$ = Jumlah radiasi sinar matahari pada permukaan bumi pada hari ke-*d* dalam bulan *mon* (MJ/M²/day)

N = Jumlah angka radiasi sinar matahari untuk bulan *mon*

12. WND_{AV}(*mon*) adalah rata-rata kecepatan angin dalam bulanan. Kecepatan angin harian rerata di dalam bulan. Nilai ini dihitung dengan menjumlahkan nilai kecepatan angin rerata untuk tiap hari di dalam bulan untuk semua tahun record dan pembagian oleh banyaknya hari yang dijumlahkan.

$$\mu wnd_{mon} = \frac{\sum_{d=i}^N \mu_{wdn, mon}}{N} \dots\dots\dots (2-27)$$

dengan :

μwnd_{mon} = Rata-rata kecepatan angin harian untuk bulan *mon* (m/s)

$H_{wdn, mon}$ = Jumlah kecepatan angin pada hari ke-*d* bulan *mon* (m/s)

N = Jumlah angka kecepatan angin harian untuk bulan *mon*

2.15. Metode Perhitungan Dalam ArcSWAT

2.15.1. Metode perhitungan limpasan

Untuk menentukan besarnya volume limpasan permukaan dengan model SWAT, metode yang digunakan adalah metode SCS (*Soil Conservation Service*) *Curve Number* (SCS, 1972). *The soil Conservation Service* (1972) atau metode SCS adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan nilai abstraksi dari curah hujan. metode ini berasumsi bahwa rasio dari abstraksi langsung dengan simpanan air permukaan (*retention*) sama dengan rasio nilai limpasan permukaan langsung (*direct runoff*) dengan nilai potensial limpasan (potensial runoff) (Chow, 1988:147)

Metode SCS berusaha mengaitkan karakteristik DAS seperti tanah, vegetasi, dan tataguna lahan dengan bilangan kurva air larian CN (runoff curve number)

yang menunjukkan potensi air larian untuk curah hujan tertentu (Chay Asdak, 2002:182). Secara terinci perumusan dari metode ini adalah sebagai berikut :

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - I_a)^2}{(R_{day} - I_a + S)} \dots\dots\dots (2-28)$$

dengan :

Q_{surf} = Kedalaman hujan berlebih(*accumulated runoff/ rainfall excess*) (mm)

I_a = Abstraksi awal (*initial abstraction*)

R_{day} = Kedalaman hujan harian (mm)

S = Volume dari total simpanan permukaan (*retention parameter*) (mm)

Dimana persamaan (2-72) merupakan persamaan yang dipakai untuk menentukan kedalaman dari curah hujan berlebih (*depth excess rainfall*) atau limpasan permukaan. Korelasi antara nilai I_a dengan S adalah (Chow, 1988:148) :

$$I_a = 0,2 S \dots\dots\dots (2-29)$$

Untuk memudahkan perhitungan kelembaban awal (*antecedent moisture condition*), tata guna lahan, dan konservasi tanah, Dinas Konservasi Tanah Amerika menentukan besarnya S sebagai berikut :

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \dots\dots\dots (2-30)$$

dengan :

CN = Bilangan kurva air larian, bervariasi dari hingga 100

Dengan mengeplotkan nilai dari R_{day} dan Q_{surf} pada kurva SCS maka nilai CN dapat ditentukan. Metode SCS mengelompokkan jenis tanah dalam 4 (empat) jenis yaitu berdasar tipe tanah dan tata guna lahannya (*hydrology soil group*).

Pada abstraksi awal, I_a biasanya menggunakan pendekatan $0.2 S$ sehingga persamaan (2-30) menjadi :

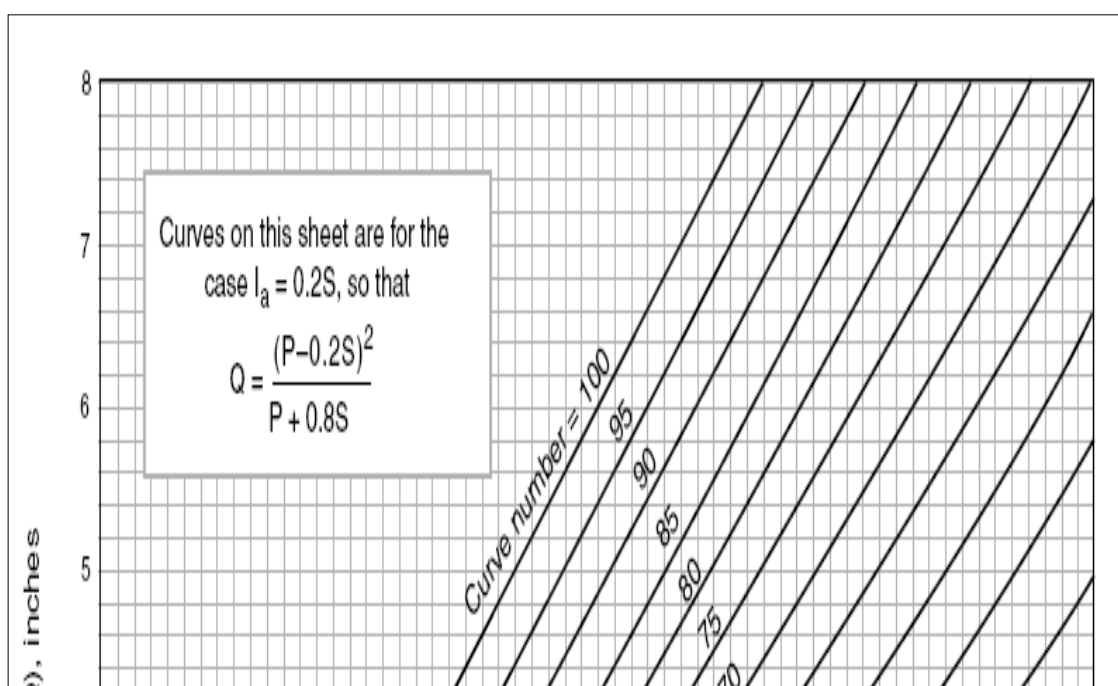
$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - 0.2 S)^2}{(R_{day} + 0.8 S)} \dots\dots\dots (2-31)$$

Limpasan permukaan akan terjadi bila $R_{day} > I_a$. Grafik penyelesaian dari rumus (2-31) untuk nilai CN yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2.11.

2.15.2 SCS Curve Number

Nilai CN pada Tabel 2.9. dan Tabel 2.10. berasal dari daerah beriklim sedang, namun demikian tabel tersebut cukup memadai untuk digunakan sebagai pengganti apabila nilai CN untuk daerah setempat belum tersedia (Asdak, 2002,p.183). Nilai CN pada tabel

tersebut hanya berlaku untuk keadaan kelembaban awal II, yaitu nilai rata-rata untuk banjirtahunan. Faktor korelasi untuk keadaan kelembaban awal yang lain dapat diperoleh antara lain dalam Schwab et al. (1982).





Gambar 2.19. Grafik hubungan limpasan permukaan dengan curah hujan pada metode SCS
Curve Number
Sumber : USDA

Tabel 2.9.

Bilangan Kurva Air Larian (CN) untuk Kondisi Hujan Awal II pada Tanah Pertanian yang ditanami (SCS Engineering Division, 1986)

Tata Guna Lahan	Cara bercocok tanam	Keadaan Hidrologi	Kelompok tanah			
			A	B	C	D
Tidak dikerjakan	Gundul/Kosong	-	77	86	91	94
	Tanah kosong bekas dikerjakan	Buruk	76	85	90	93
		Baik	74	83	88	90
Tanaman Berjajar	Larikan Lurus	Buruk	72	81	88	91
		Baik	67	78	85	89

Padi, Gandum	Larikan lurus ada bekas ditanami	Buruk	71	80	87	90
		Baik	64	75	82	85
	Kontur	Buruk	70	79	84	88
		Baik	65	75	82	86
	Kontur ada bekas ditanami	Buruk	69	78	83	87
		Baik	64	74	81	85
	Kontur dan teras	Buruk	66	74	80	82
		Baik	62	71	78	81
	Kontur dan teras ada bekas ditanami	Buruk	65	73	79	81
		Baik	61	70	77	80
	Larikan Lurus	Buruk	65	76	84	88
		Baik	63	75	83	87
Tanaman Legum	Larikan lurus ada bekas ditanami	Buruk	64	75	83	86
		Baik	60	72	80	84
	Kontur	Buruk	63	74	82	85
		Baik	61	73	81	84
	Kontur ada bekas ditanami	Buruk	62	73	81	84
		Baik	60	72	80	83
	Kontur dan teras	Buruk	61	72	79	82
		Baik	51	67	76	80

Sumber : ArcSWAT Documentary (2012.p.39)

Tabel 2.10.

Bilangan kurva air larian (CN) untuk kondisi hujan awal II pada tanah pertanian yang lain (SCS Engineering Division, 1986)

Tata guna lahan	Keadaan	Kelompok tanah			
		Hidrologi	A	B	C
Padang rumput terus-menerus untuk tempat penggembalaan ternak	Buruk	68	79	86	89
	Cukup	49	69	79	84
	Baik	39	61	74	80

Semak-semak rerumputan dengan tumbuhan	Buruk	48	67	77	83
semak semaknya yang dominan	Cukup	35	56	70	77
	Baik	30	48	65	73
Tanaman kayu kombinasi rumput dan	Buruk	57	73	82	86
perkebunan	Cukup	43	65	76	82
	Baik	32	58	72	79
	Baik	30	55	70	77
Tanah Pertanian		59	74	82	86

Sumber : *ArcSWAT Documentary* (2012.p.98)

2.15.3. Soil Hydrologic Groups

U.S Natural Resource Conservation Service (NRCS) mengklasifikasikan tanah menjadi empat kelompok hidrologi berdasarkan pada karakteristik infiltrasi tanah tersebut. *NRCS Soil Survey Staff* (1996) mendefinisikan setiap kelompok tanah tersebut dengan melihat kesamaan terhadap potensi limpasan permukaan pada kondisi cuaca dan tata guna lahan yang sama, sehingga tanah tersebut bisa berada pada salah satu dari kelompok A, B, C, D atau ketiga kelompok dobel A/D, B/D, dan C/D (*ArcSWAT Documentation 2012*). Kelompok tanah rangkap diberikan untuk lahan basah tertentu yang mendapatkan cukup aliran, initial pertama merupakan kondisi adanya aliran air, sedangkan yang kedua merupakan kondisi tanpa aliran.

Tabel 2.11.

Kelompok tanah menurut *NRCS*

Kelompok Tanah	Keterangan	Laju Infiltrasi (mm/jam)
A	Potensi air larian paling kecil, termasuk tanah pasir dalam dengan unsur debu dan liat.	8 – 12
B	infiltrasi tinggi	4 – 8

	Potensi air larian kecil, tanah berpasir lebih dangkal dari A. Tekstur halus sampai sedang. Laju infiltrasi sedang. 0 - 1
C	Potensi air larian sedang, tanah dangkal dan mengandung cukup liat. Tekstur sedang sampai halus. Laju infiltrasi rendah
D	Potensi air larian tinggi, kebanyakan tanah liat, dangkal dengan lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Infiltrasi paling rendah

Sumber : Asdak (2002,p.184)

2.15.4. Debit Puncak Limpasan (*Peak Runoff Rate*)

Debit puncak limpasan adalah aliran limpasan maksimum yang terjadi pada saat terjadinya hujan. Debit puncak limpasan merupakan indikator dari kekuatan hujan yang digunakan untuk memprediksi besarnya sedimentasi yang terjadi. Perhitungan debit limpasan puncak menggunakan modifikasi dari metode rasional.

Metode rasional erdasarkan pada asumsi bahwa intensitas curah hujan (*i*) dimulai pada saat $t = 0$ dan berlangsung erus sampai dengan jangka waktu yang tidak terbatas, sehingga debit limpasan puncak akan terus meningkat sampai pada waktu kosentrasinya $t = t_{conc}$ dimana luas wilayah sub DAS akan mempengaruhi aliran sampai pada titik keluaran sub DAS (*outlet*). Persamaan rasional tersebut adalah sebagai berikut:

$$q_{peak} = \frac{C \cdot I \cdot Area}{3.6} \dots\dots\dots (2-32)$$

dengan :

- q_{peak} = Debit puncak limpasan (*Peak Runoff Rate*) (m^3/dt)
- i = Intensitas hujan (mm/jam)
- $Area$ = Luas wilayah sub DAS (km^2)
- C = Koefisien aliran
- 3.6 = Faktor konversi

2.15.4.1. Waktu Konsentrasi (*Time of Consentration*)

Waktu kosentras adalah waktu yang dihitung dari mulai jatuhnya hujan pada suatu sub DAS sampai air tersebut mengalir ke *outlet* dari sub DAS tersebut. Waktu kosentrasi adalah waktu perjalanan yang dibutuhkan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu sub DAS) sampai ke *outlet* sungai dari sub DAS tersebut. Waktu kosentrasi dihitung dengan menjumlahkan lamanya waktu yang dilalui oleh air hujan yang jatuh pada suatu titik kemudian mengalir di lahan sampai ke sungai dan akhirnya

mengalir di sungai sampai ke *outlet* sungai dari sub DAS tersebut.

Persamaannya sebagai berikut :

$$t_{conc} = t_{ov} + t_{ch} \dots\dots\dots (2-33)$$

dengan :

t_{conc} = Waktu konsentrasi di sub DAS jam (jam)

t_{ov} = Waktu konsentrasi untuk aliran di lahan (jam)

t_{ch} = Waktu konsentrasi untuk aliran di sungai (jam)

1. Waktu konsentrasi di lahan (*overland flow time of concentration*)

$$t_{ov} = \frac{L_{slp}}{3600.V_{ov}} \dots\dots\dots (2-34)$$

dengan :

t_{ov} = Waktu konsentrasi untuk aliran di lahan (jam)

L_{slp} = Panjang lereng di sub DAS (m)

V_{ov} = Kecepatan aliran di lahan (*overland flow velocity*) (m/dt)

3600 = Faktor konservasi (*unit conservation factor*)

Kecepatan aliran di lahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Manning* untuk setiap 1 meter panjang sepanjang garis miring permukaan lahan :

$$V_{ov} = \frac{V_{ov}^{0.4} . slp^{0.3}}{n^{0.6}} \dots\dots\dots (2-35)$$

dengan :

V_{ov} = Kecepatan aliran di lahan (*overland flow velocity*) (m/dt)

q_{ov} = Debit aliran rata-rata di lahan (*average overland flow rate*) (m³/dtk)

slp = Kemiringan rata-rata di sub DAS (m/m)

n = Angka kekasaran *manning*

2. Waktu konsentrasi aliran di sungai/saluran (*channel flow time of concentration*)

$$T_{ch} = \frac{l_e}{3,6.v_c} \dots\dots\dots (2-36)$$

dengan :

t_{ch} = Waktu konsentrasi untuk aliran di sungai (jam)

L_c = Panjang rata-rata di sub DAS (km)

V_c = Kecepatan aliran di sungai (*channel flow velocity*) (m/dt)

3,6 = Faktor konservasi (*unit conversion faktor*)

Tabel 2.12.

Angka kekasaran *Manning* (*n*) untuk aliran di lahan (*Engman, 1983*)

Karakteristik Permukaan Lahan	Median	Range
Tanah kosong, gundul-tanpa sisa tanaman	0.010	0.008-0.012
Pengolahan tanah konvensional-tanpa sisa tanaman	0.090	0.060-0.120
Pengolahan tanah konvensional-ada sisa tanaman	0.190	0.160-0.220
Pengolahan tanah dengan dibajak-tanpa sisa tanaman	0.090	0.060-0.120
Pengolahan tanah dengan dibajak-ada sisa tanaman	0.130	0.100-0.160
Tanaman musiman-ada sisa tanaman	0.400	0.300-0.500
Tanah tidak dikerjakan-tanpa sisa tanaman	0.070	0.040-0.100
Tanah tidak dikerjakan-ada sisa tanaman 0.5-1 ton/ha	0.120	0.070-0.170
Padang rumput pendek yang luas	0.300	0.170-0.470
Rumput tebal	0.240	0.170-0.300
Rumput bermuda	0.410	0.300-0.480

Sumber : Engman dalam *SWAT Theoretical Documentation 2009* (2009,p.111)

Panjang rata-rata saluran dihitung dengan persamaan :

$$L_c = \sqrt{L \cdot L_{cen}} \dots\dots\dots (2-37)$$

dengan :

L_c = Panjang rata-rata saluran di sub DAS (km)

L = Panjang saluran dari titik terjauh sampau ke *outlet* sub DAS (km)

L_{cen} = Jarak antara sepanjang saluran dengan titik tengah sub DAS (km)

Diasumsikan $L_{cen} = 0,5 L$, maka panjang rata-rata saluran di sub DAS adalah :

$$L_c = 0,71 \cdot L \dots\dots\dots (2-38)$$

Kecepatan rata-rata dapat dihitung dengan rumus *mannings*, dengan asumsi penampang melintang saluran terbentuk trapesium, kemiringan tebing saluran 2:1, dan rasio perbandingan lebar dasar saluran dengan tinggi saluran adalah 10:1, sehingga akan di dapatkan persamaan :

$$V_c = \frac{0,489 \cdot q_{ch}^{0,25} \cdot slp_{ch}^{0,375}}{n^{0,75}} \dots\dots\dots (2-39)$$

dengan :

V_c = Kecepatan rata-rata aliran saluran (*average channel velocity*) (m/dt)

q_{ch} = Debit rata-rata di saluran (*average channel rate*) (m^3/dt)

slp_{ch} = Kemiringan saluran (m/m)

n = Koefisien kekasaran *manning* di saluran

Untuk menghitung debit rata-rata aliran di saluran menggunakan rumus :

$$q_{ch} = \frac{q_{ch} \cdot Area}{3,6} \dots\dots\dots (2-40)$$

dengan :

$Area$ = Luas sub DAS (km^2)

q_{ch} = Debit rata-rata di saluran (mm/jam)

q_{ch} merupakan debit yang terjadi pada unit satuan luas (unit satuan luas = 1 ha), dihitug dengan persamaan :

$$q_{ch} = q_0 \cdot (100 \cdot Area)^{-0,5} \dots\dots\dots (2-41)$$

dengan :

q_0 = Debit pada satu unit satuan luas (mm/jam)

100 = Faktor konversi

2.15.4.2. Koefisien Aliran

Angka koefisien aliran (C) merupakan bilangan perbandingan laju debit puncak dengan intensitas hujan dan merupakan bilangan tanpa satuan. Dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$C = \frac{Q_{surf}}{R_{day}} \dots\dots\dots (2-42)$$

dengan :

Q_{surf} = Kedalaman hujan berlebih (*accumulated runoff/rainfall excess*) (mm)

R_{day} = Jumlah hujan pada suatu hari (mm H_2O)

2.15.4.3. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan persatuan waktu, dihitung dengan rumus :

$$i = \frac{R_{tc}}{t_{conc}} \dots\dots\dots (2-43)$$

dengan :

i = Intensitas hujan (mm/jam)

R_{tc} = Tinggi hujan selama waktu konsentrasi (mm)

t_{conc} = Waktu konsentrasi di sub DAS (jam)

Suatu analisa data curah hujan yang dikumpulkan oleh *Hershfield* (1961) dalam jangka waktu dan frekwensi yang berbeda-beda menunjukkan bahwa jumlah hujan yang jatuh sepanjang waktu konsentrasinya sebanding dengan hujan yang jatuh selama periode 24 jam.

$$R_{tc} = \alpha_{tc} \cdot R_{day} \dots\dots\dots (2-44)$$

dengan :

α_{tc} = Fraksi curah hujan harian yang terjadi selama waktu konsentrasinya

R_{day} = Jumlah hujan yang terjadi dalam 1 hari (mm)

Untuk durasi hujan pendek, semua hujan yang jatuh sepanjang waktu konsentrasinya menyebabkan α_{tc} mendekati batas atasnya 1. Nilai minimum α_{tc} terjadi jika intensitas hujan yang terjadi seragam ($i_{24} = i$). Nilai minimum ini dapat didefinisikan dengan mensubstitusikan persamaan (2-83) dan $i_{24} = i$ ke dalam persamaan (2-85) :

$$\alpha_{tc, \min} = \frac{R_{tc}}{R_{day}} = \frac{i \cdot t_{conc}}{i_{24} \cdot 24} = \frac{t_{conc}}{24} \dots\dots\dots (2-45)$$

dengan besarnya α_{tc} adalah $t_{conc} / 24 \leq \alpha_{tc} \leq 1,0$

ArcSWAT memperkirakan fraksi dari curah hujan yang terjadi dalam waktu konsentrasi tertentu sebagai fungsi fraksi dari curah hujan harian dengan waktu setengah jam dari intensitas hujan maksimumnya :

$$\alpha_{tc} = 1 - \exp[2 \cdot t_{conc} \cdot \ln(1 - \alpha_{0.5})] \dots\dots\dots (2-46)$$

dengan :

t_{conc} = Fraksi curah hujan harian selama waktu setengah jam dari intensitas hujan tertingginya.

$\alpha_{0.5}$ = Waktu konsentrasi di sub DAS (jam)

2.15.5 Metode perhitungan besarnya erosi

Untuk memperhitungkan besarnya erosi menggunakan metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*). Metode MUSLE merupakan modifikasi dari USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan oleh Williams (1995)

Modified Universal Soil Loss Equation (Williams, 1995) adalah sebagai berikut (*SWAT Theoretical Documentation 2009, 2012 : 252*) :

$$sed = 11.8 \cdot (Q_{surf} \cdot q_{peak} \cdot area_{hru})^{0.56} \cdot K_{USLE} \cdot C_{USLE} \cdot P_{USLE} \cdot LS_{USLE} \cdot CFRG \dots\dots\dots (2-48)$$

dengan:

sed = hasil sedimen per hari (ton)

Q_{surf}	= volume aliran limpasan permukaan (mm/ha)
q_{peak}	= debit puncak limpasan (<i>peak runoff rate</i>) (m^3/dtk)
$area_{hru}$	= luas <i>hru</i> (<i>hydrologic response unit</i>) (ha)
K_{USLE}	= faktor erodibilitas tanah <i>USLE</i>
C_{USLE}	= faktor (pengelolaan) cara bercocok tanam <i>USLE</i>
P_{USLE}	= faktor praktek konservasi tanah (cara mekanik) <i>USLE</i>
L_{USLE}	= faktor topografi <i>USLE</i>

2.15.5.1 Faktor Erodibilitas Tanah

K adalah faktor erodibilitas tanah untuk horizon tanah tertentu, dan merupakan kehilangan tanah per satuan luas untuk indeks erosivitas tertentu. Faktor erodibilitas tanah (K) menunjukkan resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah tersebut oleh adanya energi kinetik air hujan. Meskipun besarnya resistensi tersebut tergantung pada topografi, kemiringan lereng, dan besarnya gangguan oleh manusia, besarnya erodibilitas atau resistensi tanah juga ditentukan oleh karakteristik tanah seperti tekstur tanah, stabilitas agregat tanah, kapasitas infiltrasi, dan kandungan organik dan kimia tanah. Karakteristik tanah tersebut bersifat dinamis, selalu berubah, oleh karenanya, karakteristik tanah dapat berubah seiring dengan perubahan waktu dan tata guna lahan atau sistem pertanian. Dengan demikian, angka erodibilitas tanah juga akan berubah. Perubahan erodibilitas tanah yang signifikan berlangsung ketika terjadi hujan karena pada waktu tersebut partikel-partikel tanah tersebut mengalami perubahan orientasi dan karakteristik bahan kimia dan fisika tanah (Asdak, 2004.p.360).

Beberapa usaha telah dilaksanakan untuk membuat model hubungan fungsional sederhana antara besarnya erodibilitas suatu jenis tanah dengan karakteristik tanah yang bersangkutan. Wischmeier et al. (1971) mengembangkan persamaan matematis yang menghubungkan karakteristik tanah dengan tingkat erodibilitas tanah sebagai berikut (SWAT Theoretical Documentation 2000, 2002 : 217 dalam Suhartanto, 2008,p.41) :

$$K_{USLE} = \frac{0.00021 \cdot M^{1.14} \cdot (12 - OM) + 3.25 \cdot (c_{soilstr} - 2) + 2.5 \cdot (c_{perm} - 3)}{100} \quad (2-49)$$

dengan :

K_{USLE} = faktor erodibilitas tanah *USLE*

M = persentase ukuran partikel (% debu + pasir sangat halus) \times (100% liat)

OM = persen unsur organik

$c_{soilstr}$ = kode klasifikasi strukturtanah (*granular, platy, massive, dll*)

c_{perm} = kelas permeabilitas tanah

Perhitungan M dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$M = (m_{silt} + m_{vfs}) \cdot (100 - m_c) \dots \dots \dots (2-50)$$

dengan :

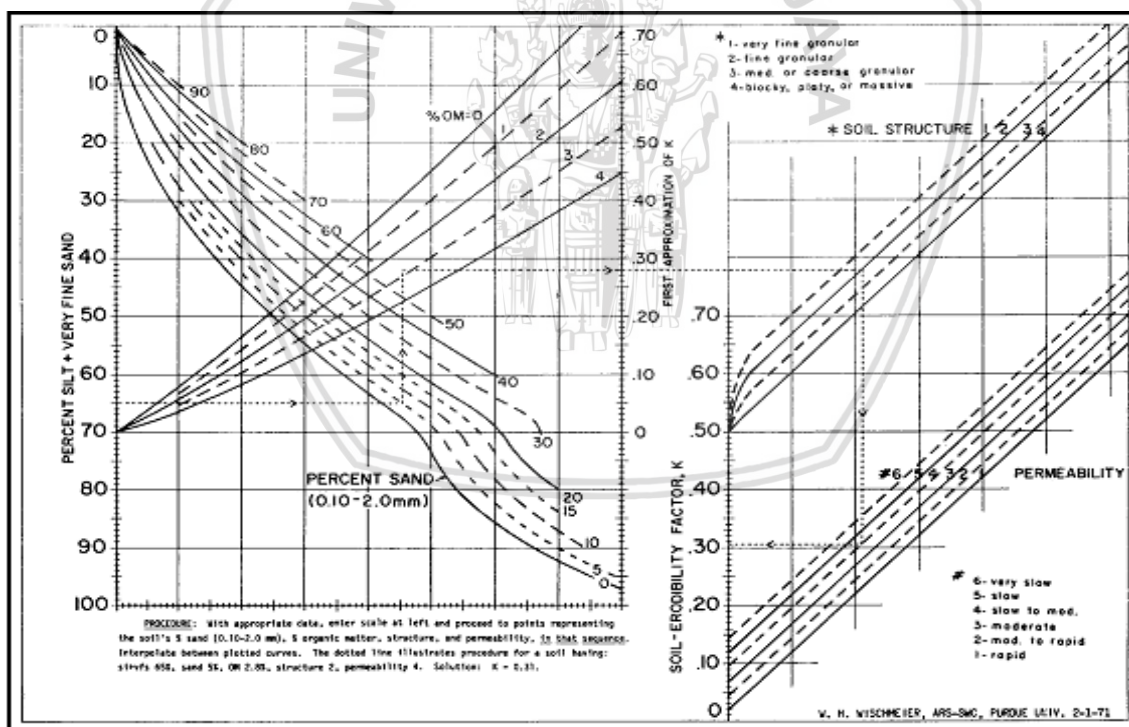
m_{silt} = persentase debu (*silt*) (diameter partikel 0.002-0.05 mm)

m_{vfs} = persentase pasir sangat halus (*very fine sand*)
(diameter partikel 0.05-0.10 mm)

m_c = persentase liat (*clay*) (diameter partikel < 0.002 mm)

Selanjutnya dengan data sifat tanah tersebut, Wischmeier (1971) mengembangkan nomograph erodibilitas seperti pada Gambar 2.12. untuk menduga indeks erodibilitas tanah. Untuk dapat menggunakan nomograph erodibilitas tanah, maka diperlukan pengamatan struktur dan sifat fisik tanah yang lain.

Untuk keperluan ini struktur tanah diamati di lapang berdasarkan bentuk dan ukurannya, kemudian dibedakan menjadi 4 kelas.



Gambar 2.10. Nomograph untuk pendugaan erodibilitas tanah, K .

Sumber : Utomo (1994,p.51)

Pembagian kelas tanah berdasarkan kriteria ukuran partikel tanahnya dapat berbeda-beda sesuai dengan struktur tanahnya, ringkasannya dapat dilihat pada Tabel 2.13. Sifat tanah yang lain, dalam hal ini presentase debu, pasir halus, pasir kasar serta kandungan bahan organik dan permeabilitas ditentukan di laboratorium. Selanjutnya

permeabilitas digolongkan menjadi enam kelas, mulai dari sangat lambat sampai cepat, seperti yang dicantumkan pada Tabel 2.14.

Tabel 2.13.

Klasifikasi Struktur Tanah

Kelas	Keterangan
1	Granuler sangat halus (<i>very fine granular</i>)
2	Granuler halus (<i>fine granular</i>)
3	Granuler sedang-kasar (<i>medium or coarse granular</i>)
4	Massif kubus, lempeng (<i>blocky, platy, prismatic or massive</i>)

Sumber : Utomo (1994,p.50)

Tabel 2.14.

Klasifikasi Ukuran Partikel Struktur Tanah

Klasifikasi Ukuran	Bentuk Struktur			
	Platy	Prismatic dan Columnar	Blocky	Granular

Sumber : Utomo (1994,p.50)

Tabel 2.15.

Klasifikasi Permeabilitas

Kelas	Keterangan	Permeabilitas (cm/jam) (Utomo, 1987)	Permeabilitas (mm/jam) (SWAT 2000, 2003)
1	Cepat	> 12,5	> 150
2	Agak cepat	6,25 – 12,5	50-150
3	Sedang	2,00 – 6,25	15-50
4	Agak lambat	0,50 – 2,00	5-15
5	Lambat	0,125 – 0,50	1-5
6	Sangat lambat	< 0,125	< 1

Sumber : Utomo, 1987: 76 (*SWAT Theoretical Documentation 2000*, (2002,p.219) dalam Suhartanto, (2008,p.43))

Di Indonesia, beberapa peneliti juga telah mencoba untuk menggunakan nomograph erodibilitas untuk menduga indeks erodibilitas tanah (a.l. Ambar dan Syarifuddin, 1979; Utomo dan Mahmud, 1983). Bols (1979) dan Utomo (1985) mengadakan pengukuran indeks erodibilitas tanah di DAS Brantas dengan percobaan lapang dan kemudian membandingkannya dengan hasil pendugaan nomograph erodibilitas. Hasil yang diperoleh seperti yang dicantumkan pada Tabel 2.16., menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh dengan kedua metode tersebut tidak banyak berbeda. Ambar dan Wiresum (1980) telah mencoba menghubungkan beberapa nilai indeks erodibilitas yang diperoleh dari beberapa metode. Ambar dan Wiresum mengukur erodibilitas dengan tes dinamik pada infiltrasi dan stabilitas agregat dan faktor erodibilitas K.

Hasil pengukuran erodibilitas tanah yang dilakukan oleh peneliti-peneliti di Indonesia yang pada umumnya nilai indeks erodibilitas, K , tertinggi masih dibawah $K = 0,4$ dengan sebagian besar $K = 0,2-0,3$ (Tabel 2.7.). Oleh karena itu Utomo (1985) mengusulkan klasifikasi erodibilitas tanah di Indonesia.

Tabel 2.16.

Hasil Pengamatan Indeks Erodibilitas Tanah di Beberapa Daerah di Indonesia dengan Percobaan Lapang dan Nomograph Erodibilitas

Jenis Tanah	Nilai K		Sumber
	Percobaan Lapang	Nomograph	
Andosol, Lembang	0.16	0.14	Bols, 1979
Latosol, Dramaga	0.02 - 0.04	0.04	
Latosol, Citaman	0.135	0.12	
Podsolik, Jonggol	0.13	0.15	Utomo, 1985
Regosol, Wajak	0.29	0.26	

Sumber : Utomo dalam Erosi dan Konservasi Tanah (1994,p.52)

2.16. Analisa Pemodelan ArcSWAT

2.16.1. Limpasan Permukaan di Lahan

Limpasan permukaan merupakan salah satu faktor penting dalam sistem transport berbagai material yang akan terbawa masuk pengaliran sungai. Limpasan permukaan terjadi ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan atau depresi pada permukaan tanah. Setelah pengisian selesai maka air akan mengalir dengan bebas dipermukaan tanah .

Faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan bisa dikelompokkan ke dalam faktor-faktor yang berhubungan dengan curah hujan yang berhubungan karakteristik daerah pengaliran sungai, lama waktu hujan, intensitas dan penyebaran hujan mempengaruhi laju dan volume limpasan permukaan. Pengaruh DAS terhadap limpasan permukaan adalah melalui bentuk dan ukuran DAS, topografi, geologi, dan keadaan tata guna lahan.

2.16.2. Erosi di Lahan

Erosi adalah suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain, baik disebabkan oleh pergerakan air ataupun angin. Proses erosi bermula dengan terjadinya penghancuran agregat -agregat tanah sebagai akibat pukulan air hujan yang mempunyai energi lebih besar dari pada daya tahan tanah.

Begitu air hujan mengenai kulit bumi, maka secara langsung hal ini akan menyebabkan hancurnya agregat tanah. Pada keadaan ini, penghancuran agregat tanah dipercepat dengan adanya daya penghancuran dan daya urai dari air itu sendiri. Hancuran dari agregat

tanah ini akan menyumbat pori-pori tanah, sehingga kapasitas infiltrasi akan berkurang. Sebagai akibat lebih lanjut, akan mengalir di permukaan tanah, yang disebut sebagai limpasan permukaan tanah (run off). Air yang mengalir pada permukaan kulit bumi ini mempunyai energi untuk mengikis dan mengangkut partikel-partikel yang telah hancur, baik oleh air hujan maupun oleh adanya limpasan permukaan itu sendiri.

2.16.3. Inflow Debit

Debit air merupakan komponen yang penting dalam pengelolaan suatu DAS. Pelestarian hutan juga penting dalam rangka menjaga kestabilan debit air yang ada di DAS, karena hutan merupakan faktor utama dalam hal penyerapan air tanah serta dalam proses Evaporasi dan Transpirasi. Juga pengendali terjadinya longsor yang mengakibatkan permukaan sungai menjadi dangkal, jika terjadi pendangkalan maka debit air sungai akan ikut berkurang.

Selain menjaga pelestarian hutan, juga yang tidak kalah pentingnya yang sangat penting kita perhatikan yaitu tingkah laku manusia terhadap DAS, seperti pembuangan sampah sembarangan.

2.16.4. Inflow Sedimen

Sedimen adalah suatu kepingan material yang terbentuk oleh proses fisika dan kimia yang terjadi pada tanah dan batuan. Komposisi, ukuran dan kerapatan partikel tersebut bervariasi. Apabila suatu partikel sedimen terlepas, maka ada kemungkinan untuk terangkut angin, air maupun akibat gravitasi. Bila partikel sedimen tersebut yang mengangkut adalah air maka disebut angkutan sedimen atau fluvial.

Angkutan sedimen di sungai yang bergerak oleh aliran air sangat erat berhubungan dengan erosi tanah permukaan karena hujan. Sebagaimana lazimnya aliran sungai yang masuk ke danau, bila kedalaman aliran meningkat maka kecepatan aliran berkurang. Ini mengurangi kapasitas angkutan sedimen dan menyebabkan pengendapan, sehingga akan terjadi penimbunan sedimen di danau, kemudian akan meningkatkan elevasi dasar danau dan menyebabkan terjadinya aggradasi.

2.16.5. Inflow Polutan Organik N

Organik N merupakan bentuk nitrogen yang terikat senyawa organik, terutama nitrogen bervalensi tiga yang biasanya berupa partikulat yang tidak larut dalam air.

Kadar nitrogen organik pada perairan alami dan air tanah biasanya rendah, yakni sekitar 0,01 mg/liter. Sumber nitrogen organik di perairan berasal dari proses pembusukan makhluk hidup yang telah mati, karena protein dan polipeptida terdapat pada semua organisme hidup.

2.16.6. Inflow Polutan Organik P

Organik P merupakan bentuk fosfat yang terikat senyawa organik. Di perairan unsur organik fosfat tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat. Organik fosfat muncul pada bagian yang beragam di dalam lingkungan perairan, di zona penetrasi cahaya yang mencegah fosfat menjadi faktor pembatas di dalam produktifitas waduk.

2.16.7. Inflow Polutan NO₃-N

Nitrat adalah sumber utama nitrogen di perairan. Kadar nitrat di perairan yang tidak tercemar biasanya lebih tinggi dari pada kadar amonium. Kadar nitrat lebih dari 5 mg/liter menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. Kadar nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/liter terjadinya eutrofikasi perairan. Nitrat menyebabkan kualitas air menurun, menurunkan oksigen terlarut, penurunan populasi ikan, bau busuk, rasa tidak enak.

2.16.8. Inflow BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD (Biochemical Oxygen Demand) merupakan kebutuhan oksigen biokimia yang menunjukkan jumlah oksigen yang digunakan dalam reaksi oksidasi oleh bakteri. Sehingga makin banyak bahan organik dalam air, makin besar BOD nya, sedangkan DO akan makin rendah. Air yang bersih adalah yang BOD nya kurang dari 1 mg/liter atau 1 ppm (part per million), jika BOD nya di atas 4 ppm (part per million), air dikatakan tercemar.

Karbon biochemical oxygen demand atau CBOD adalah tes metode yang didefinisikan diukur dengan penipisan oksigen terlarut oleh organisme biologis dalam air di mana kontribusi dari bakteri nitrogen telah ditekan, sehingga dapat mengurangi polutan dari air limbah. Hasil simulasi dari ArcSWAT adalah CBOD, namun dalam studi ini CBOD disamakan dengan BOD karena berada pada baku mutu air yang sama dan sama-sama dapat mengurangi limbah pada air.

2.16.9. Inflow DO (Dissolved Oxygen)

Oksigen terlarut yang terkandung di dalam air, berasal dari udara dan hasil proses fotosintesis tumbuhan air. Oksigen diperlukan oleh semua makhluk yang hidup di air seperti ikan, udang, kerang dan hewan lainnya termasuk mikroorganisme seperti bakteri.

Air harus mengandung oksigen paling sedikit 5 mg/ liter atau 5 ppm (part per million). Apabila kadar oksigen kurang dari 5 ppm (part per million), ikan akan mati, tetapi bakteri yang kebutuhan oksigen terlarutnya lebih rendah dari 5 ppm (part per million) akan berkembang.

Apabila danau menjadi tempat pembuangan limbah yang mengandung bahan organik, sebagian besar oksigen terlarut digunakan bakteri aerob untuk mengoksidasi karbon

dan nitrogen dalam bahan organik menjadi karbondioksida dan air. Sehingga kadar oksigen terlarut akan berkurang dengan cepat dan akibatnya hewan-hewan seperti; ikan, udang dan kerang akan mati.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

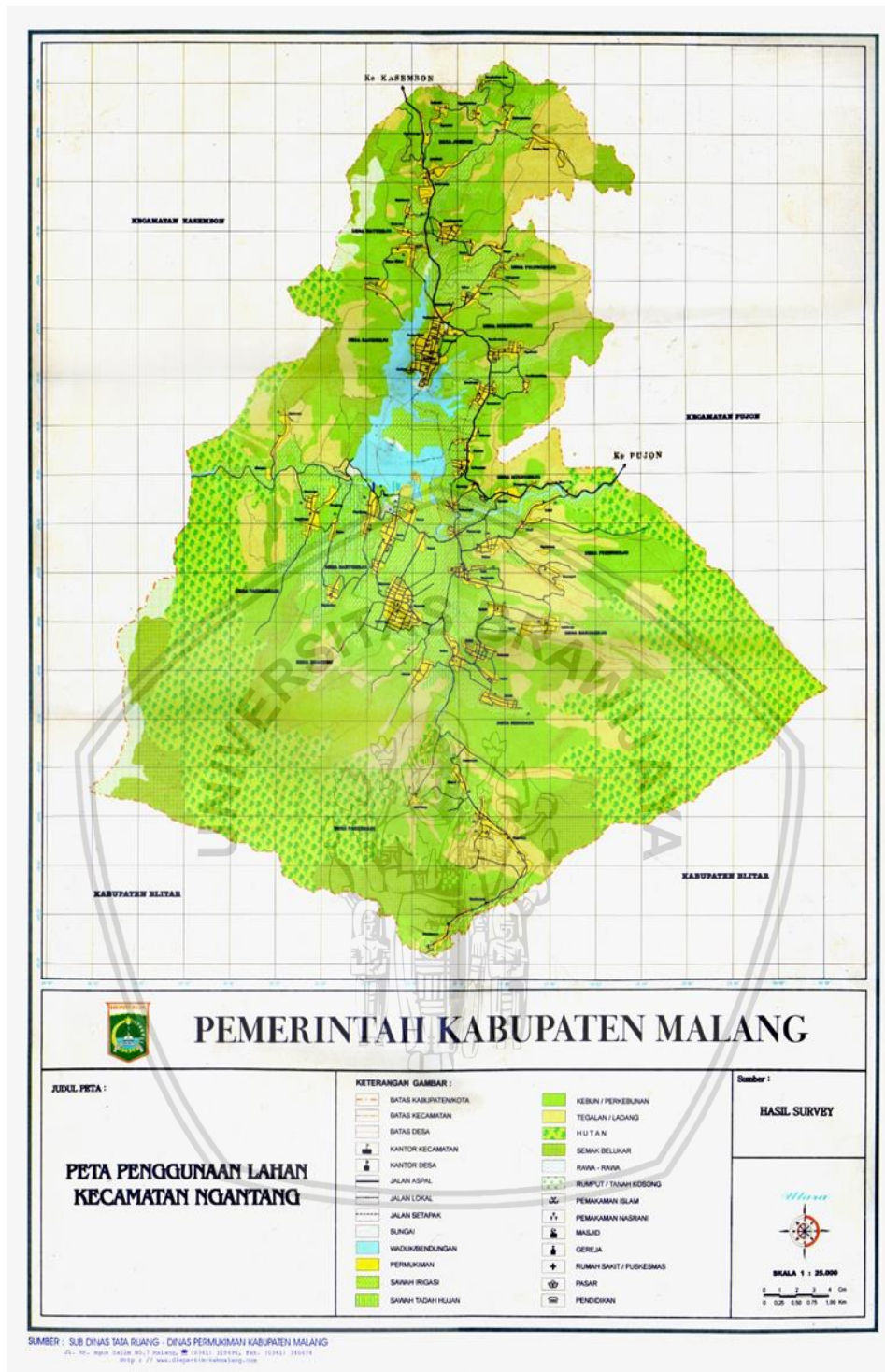
3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian berada di waduk Selorejo yang terletak di Desa Selorejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang (Ditjen SDA, 2004). Waduk Selorejo terletak pada 70 51'55" LS dan 112 21'40" BT. Waduk tersebut kurang lebih terletak 50 km sebelah barat dari Kota Malang. Di pegunungan ini terdapat mata air Sungai Brantas, sungai terpanjang kedua di pulau Jawa dan terpanjang di Jawa Timur. Sedangkan di bagian utara yakni merupakan dataran rendah.. Batas wilayah dari kabupaten Malang yaitu :

- Pada bagian utara berbatasan dengan Kabupaten Kabupaten Jombang, Kabupaten Pasuruan, dan Kota Batu.
- Pada bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Blitar dan Kabupaten Kediri.
- Pada bagian timur berbatasan dengan Kabupaten Lumajang dan Kabupaten Probolinggo.
- Pada bagian selatan berbatasan dengan Samudera Hindia.

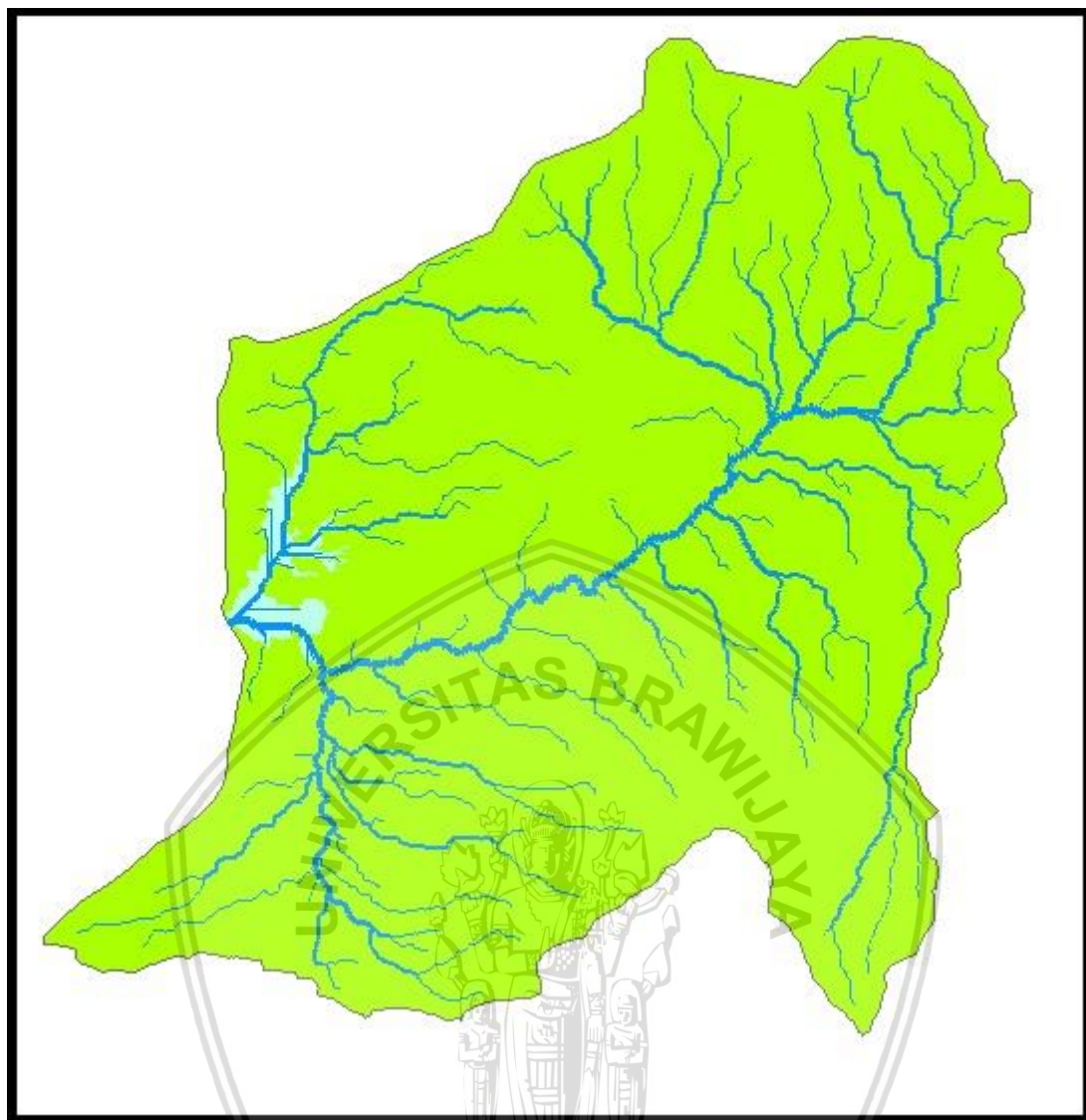
Waduk Selorejo adalah waduk yang terletak di kawasan Desa Selorejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Waduk Selorejo ini terletak di ketinggian kurang lebih 600 meter dari permukaan laut. Waduk ini dibangun dengan tujuan untuk menampung aliran sungai yaitu sungai Konto, anak dari sungai Brantas serta sungai Kwayangan. Tujuan dari pembangunan waduk tersebut adalah untuk mencegah adanya banjir. Fungsi lain dari Waduk Selorejo ini adalah sebagai tempat wisata, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), budidaya perikanan serta irigasi. Waduk yang berada di Ngantang, Malang ini dirintis ditahun 1963 dan selesai dibangun pada tahun 1970. Dengan luas 650 hektar bendungan / waduk yang dikelola Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I itu dapat mengairi sawah seluas 5.700 ha dan pembangkit listrik sebesar 49 juta kwh pertahun. (Abdul, 2014)

Potensi ikan di bendungan ini masih cukup besar karena kondisi airnya belum tercemar oleh air limbah. Jenis ikan yang dapat ditemui di sini terutama jenis nila tombro, mujaer, wader, tawas, dan udang. Setiap tahun nya rutin disebar sekitar 400-500 ribu bibit ikan.



Gambar 3.1. Peta Kecamatan Ngantang

Sumber: http://ngantang.malangkab.go.id/?page_id=5 (Diakses pada tanggal 25 Oktober 2017)



Gambar 3.2. Peta Das Konto
Sumber: Hasil Pengolahan Arc Gis, 2017.

3.2. Data Penelitian dan Peralatan

Data yang diperlukan dalam penelitian ini beserta sumbernya meliputi :

1. Data peta topografi wilayah SUB DAS Konto skala 1:25.000 dari Bakosurtanal
2. Data tataguna lahan wilayah SUB DAS Konto skala 1:25.000 dari BP DAS Jawa Timur.
3. Data peta jenis tanah wilayah SUB DAS Konto skala 1:25.000 dari BP DAS Jawa Timur.
4. Data hujan dan klimatologi wilayah DAS Konto tahun 2008-2017 dari Dinas Pengairan Kabupaten Malang.
5. Kualitas air Danau/Waduk didapat dari Instansi Perum Jasa Tirta 1 Malang pada tahun-tahun yang diteliti

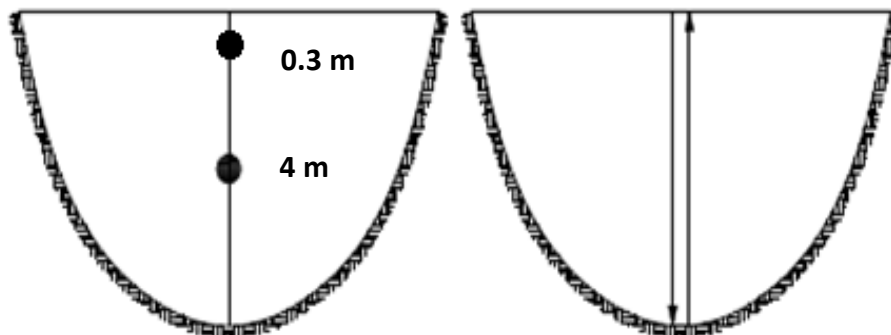
3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian guna meneliti dan melihat kualitas air Waduk terhadap perubahan tata guna lahan di Waduk Selorejo adalah sebagai berikut:

3.3.1. Pengambilan Sampel

Tahapan untuk pengambilan sampel pada Waduk Selorejo adalah sebagai berikut ini: Kegiatan Persiapan, tahapan persiapan ini meliputi :

- Menentukan lokasi studi untuk pengambilan data yaitu pada Waduk Selorejo
- Menentukan titik pengambilan sampel, yaitu di titik dimana aliran sungai masuk ke waduk.
- Mengambil data yang sudah di uji oleh Perum Jasa Tirta 1 Malang sesuai dengan titik yang diteliti



Gambar 3.3. Gambaran Titik Pengambilan Sampel Air
Sumber: Informasi Perum Jasa Tirta 1 Malang

Berdasarkan titik pengambilan dari Peruma Jasa Tirta 1, titik pengambilan sampel di hulu di lakukan di 2 kedalaman yaitu pada kedalaman 0.3 m dan 4m dari permukaan waduk.

3.3.2. Penentuan Prosentase Air Danau/Waduk Tercemar

Tujuan menggunakan metode ini adalah untuk mengetahui tingkat kondisi mutu air pada lokasi studi apakah menunjukkan kondisi baik ataupun tercemar pada waktu-waktu yang tertentu dengan nilai-nilai parameter baku mutu dalam kasus ini adalah parameter untuk budidaya perikanan. Penentuan Prosentase Air Danau/Waduk Tercemar adalah dengan memprosentasekan hasil uji sampel Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Total Phospat sebagai P, BOD, DO dan Total Suspended Solid (TSS) pada Waduk Selorejo dengan nilai batas mutu air.

3.3.3. Analisis Status Mutu Air Waduk

Penentuan status mutu air menggunakan metode storet menurut KepMenLH 115/2003. Penggunaan metode STORET ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut

1. Pengumpulan data-data kualitas dan debit air secara periodik (time series).
2. Membandingkan hasil data pengukuran kualitas air dengan nilai baku mutu sesuai dengan kelas air (Baku mutu kelas II).
3. Apabila hasil dari pengukuran memenuhi nilai baku mutu air, maka diberi nilai/skor
4. Apabila hasil dari pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air, maka diberi nilai/skor (lihat tabel)
5. Jumlah negatif dari seluruh Nitrat Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Total Phospat sebagai P, BOD, DO dan Total Suspended Solid (TSS) dihitung dan lalu menentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.
6. Apabila didalam perhitungan, tidak ditemukan nya nilai ambang batas suatu parameter yang diukur, maka parameter tersebut tidak perlu dihitung.

3.3.4. Analisa Kualitas Air Terhadap Tata Guna Lahan Menggunakan Program (Software) ArcSWAT 10.2.2.

Tahapan –tahapan menganalisa dengan program (software) ArcSWAT adalah sebagai berikut ini.

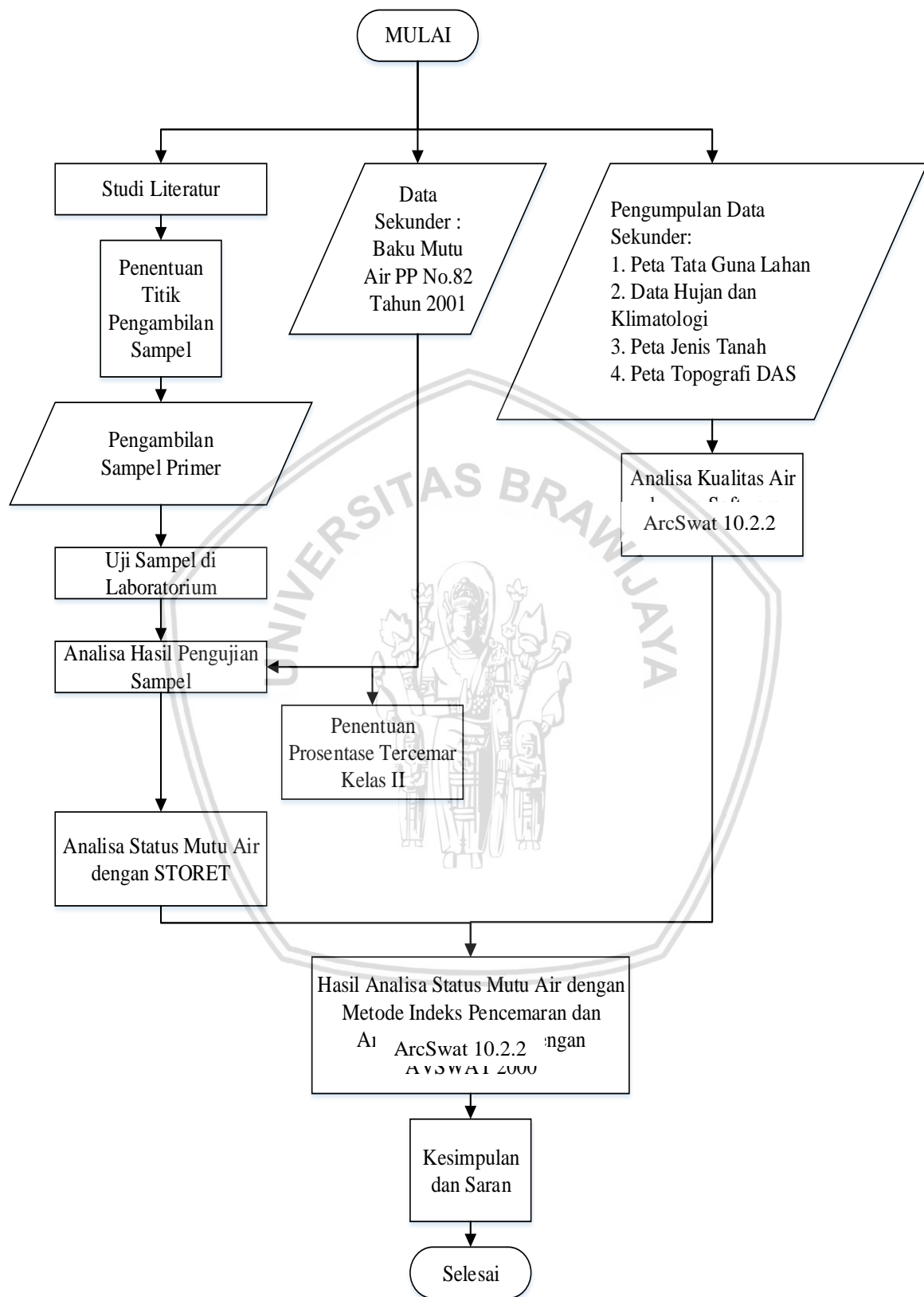
1. Peta topografi dibuat dalam bentuk DEM (*Digital Elevation Model*) agar dapat mempresentasikan karakteristik fisik dan relief-relief dari wilayah DAS.
2. Pembangkitan jaringan sungai sintetis (*Stream Net Work*) dari DEM.
3. Membuat daerah tangkapan sungai (*Catchment Area*).
4. Peta Tataguna lahan diolah untuk mendapatkan peta grid tataguna lahan menurut ArcSWAT 10.2.2.

5. Mengolah peta jenis tanah guna untuk mendapatkan peta grid jenis tanah menurut ArcSWAT 10.2.2.
6. Setelah selesai membuat *ArcSWAT Soil Class* dan *ArcSWAT Land Use Class*, akan dilakukan overlay antara peta grid tataguna lahan dengan peta grid jenis tanah. Dari hasil overlay yang didapat akan menghasilkan *land use soil report* yang mendeskripsikan tentang distribusi dari tataguna lahan dan jenis tanah pada setiap sub DAS Konto secara detail.
7. Lalu Menjalankan menu HRU (*Hydrologic Response Unit*) distribusi di toolbar ArcSWAT 10.2.2. guna memproses distribusi HRU dari setiap sub DAS, sehingga akan muncul hasil database tabel berupa informasi dari data jenis tanah dan sebaran tataguna pada tiap sub DAS Konto.
8. Pengolahan database ArcSWAT 10.2.2. mencakup pembuatan database curah hujan dan data klimatologi:
 - a. Pembuatan koordinat-koordinat unsur titik dari stasiun curah hujan dan database curah hujan hariannya.
 - b. Membuat koordinat-koordinat lokasi dari stasiun klimatologi meliputi: data temperatur, dan database klimatologi.
 - c. Menjalankan menu *Weather Stations* dari menu input pada toolbar ArcSWAT 10.2.2. untuk meng- import tabel database.
9. Menginput ArcSWAT 10.2.2. dengan memilih menu Write All yang nanti akan melakukan input dari hasil proses data yang telah didefinisikan sebelumnya.
10. Mengecek data-data dari menu sub basins data di menu toolbar edit input ArcSWAT 10.2.2.
11. Meng-run SWAT dari menu *Simulation* di toolbar ArcSWAT 10.2.2.
12. Mendapat hasil simulasi ArcSWAT 10.2.2.
13. Menguji keakuratan hasil dari simulasi.

3.3.5. Hasil Analisa Dari Pengukuran Kualitas Air Dengan Uji Laboratorium dan Kualitas Air Dengan Pemodelan ArcSWAT 10.2.2.

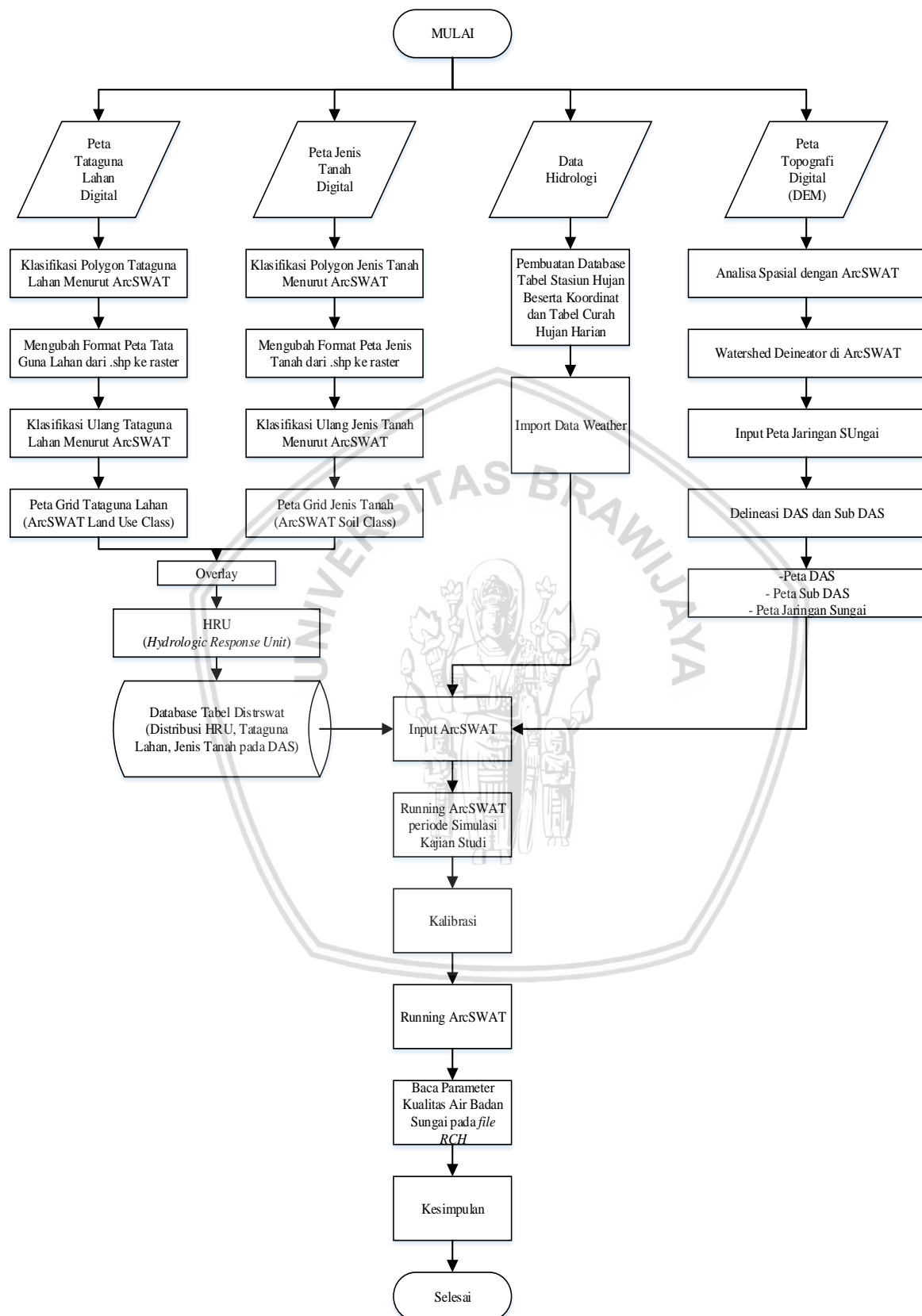
Pemodelan simulasi ArcSWAT 10.2.2. digunakan untuk mengetahui kualitas air terhadap tata guna lahan di Waduk Selorejo. Hasil yang akan didapat dari program ArcSWAT 10.2.2. ini akan di rekapitulasi dengan hasil dari pengukuran kualitas air dengan uji laboratorium.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Hasil Penelitian

3.5 Diagram Alir Pengerjaan ArcSWAT 10.2.2.



Gambar 3.5. Diagram Alir Pengerjaan ArcSWAT 10.2.2.
Sumber: Hasil Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengambilan Sampel Dan Uji Laboratorium

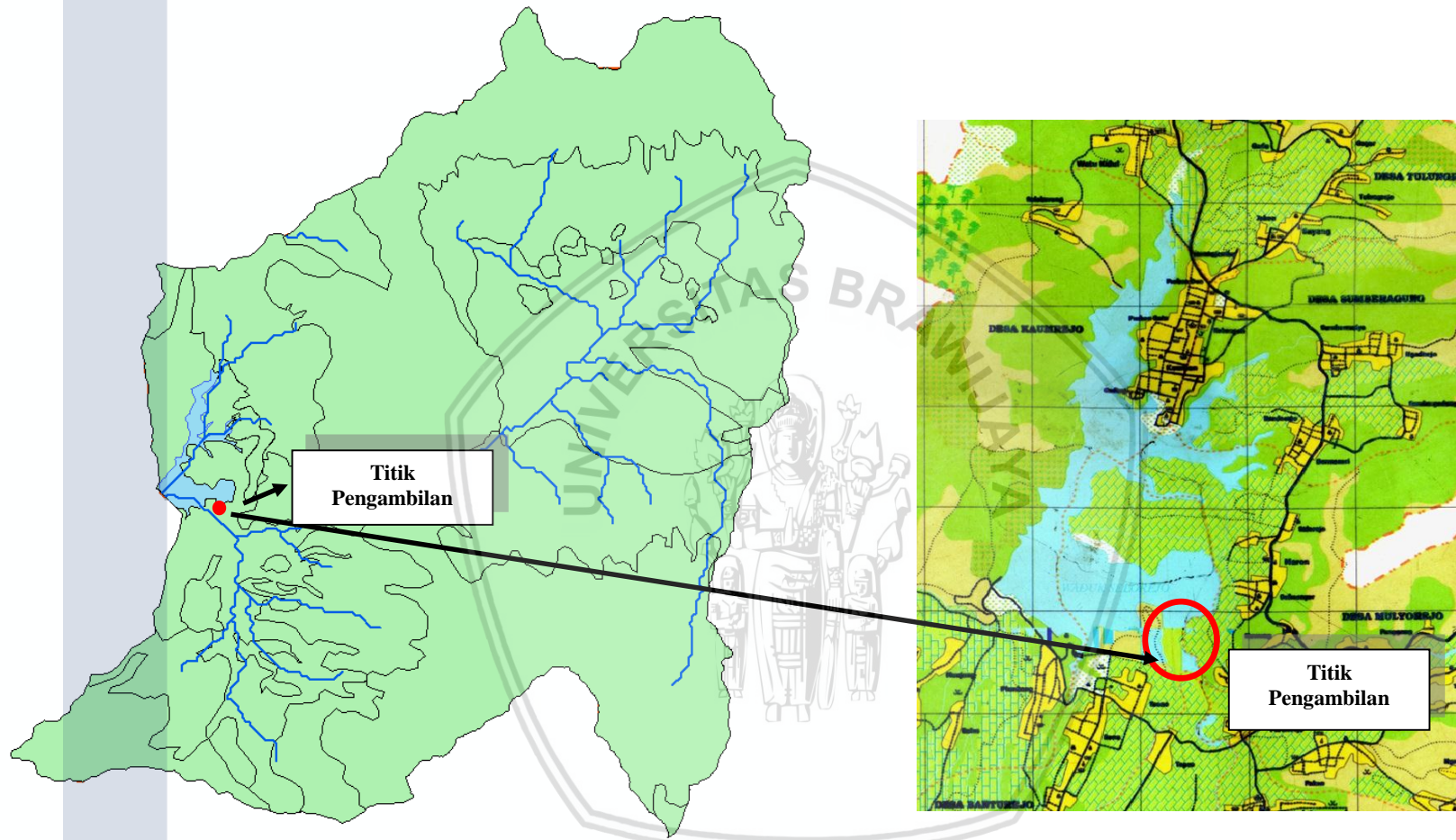
Pengambilan Sampel dilakukan guna meneliti kualitas air Waduk. Lokasi yang dipilih sebagai tempat penelitian adalah Waduk Selorejo karena hulu dari Waduk Selorejo ini mengalami perubahan tata guna lahan yang menyebabkan perubahan kualitas air di waduk.

4.1.1. Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di Waduk Selorejo yang terletak di Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Kediri. Waduk Selorejo terletak pada 70° 51' 55" LS dan 112° 21' 40" BT . Waduk ini memiliki luas 650 ha dan volume 62.30 juta m³.

4.1.2. Titik Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian

Pada penelitian ini, titik lokasi yang di tentukan untuk pengambilan terletak di inlet waduk dimana aliran Sungai Konto masuk ke dalam Waduk. Pengambilan sampel air dilakukan dengan wadah yang steril setelah itu dilakukan pemeriksaan di laboratorium. Uji laboratorium dilakukan oleh Perum Jasa Tirta 1 Malang di waktu yang sudah di tentukan yaitu setiap bulan dari bulan Januari sampai Desember tahun 2009 dan tahun 2017.



Gambar 4.1. Titik Lokasi Pengambilan Sampel Waduk Selorejo
Sumber: ArcGis, 2018

4.2. Pengujian Sampel di Laboratorium

Setelah sampel air di Waduk sudah diambil, selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium. Pengujian Laboratorium ini dilakukan untuk mengetahui nya kandungan unsur kimia yang terkandung pada air dari tempat penelitian, indikator kimia meliputi; nilai Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), DO, BOD, Tot. Phospat dan TSS. Indikator kualitas kimia ini merupakan indikator kualitas air yang secara tidak langsung berhubungan dengan kesehatan mahluk hidup. Dengan demikian, kualitas kimia menjadi suatu acuan untuk penentuan status mutu air.

Pada studi ini dilakukan pengujian setiap bulan pada satu tahun parameter kimia. Berikut adalah tabel dari hasil uji laboratorium terhadap indikator kimia pada Waduk Selorejo dan analisa nilai maksimum, minimum, dan rata-rata dari hasil uji laboratorium

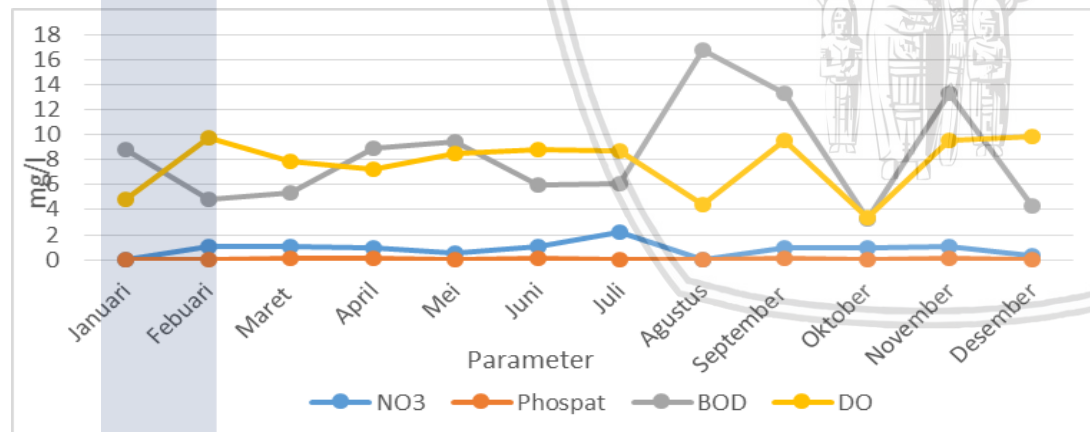


Tabel 4.1.

Hasil Uji Laboratorium Terhadap Indikator Kimia kedalaman 0,3 m tahun 2009

No	Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan											
			Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0.66	1.058	1.092	0.957	0.542	1.09	2.261	0.875	1.009	1.004	1.033	0.28
2	Total Phospat sbg P	mg/l	0.24	0.15	0.15	0.1	0.04	0.142	0.392	0.086	0.094	0.12	0.112	0.053
3	BOD	mg/l	8.8	4.8	5.3	8.9	9.4	5.95	6.05	16.75	13.25	3.3	13.25	4.35
4	DO	mg/l	4.8	9.7	7.9	7.2	8.5	8.8	8.7	4.4	9.5	3.4	9.5	9.8
5	TSS	mg/l	59.8	21	44.1	12.1	37.5	21.6	27.7	33.5	26.4	34.6	26.4	26.3

Sumber: Analisa, 2018.



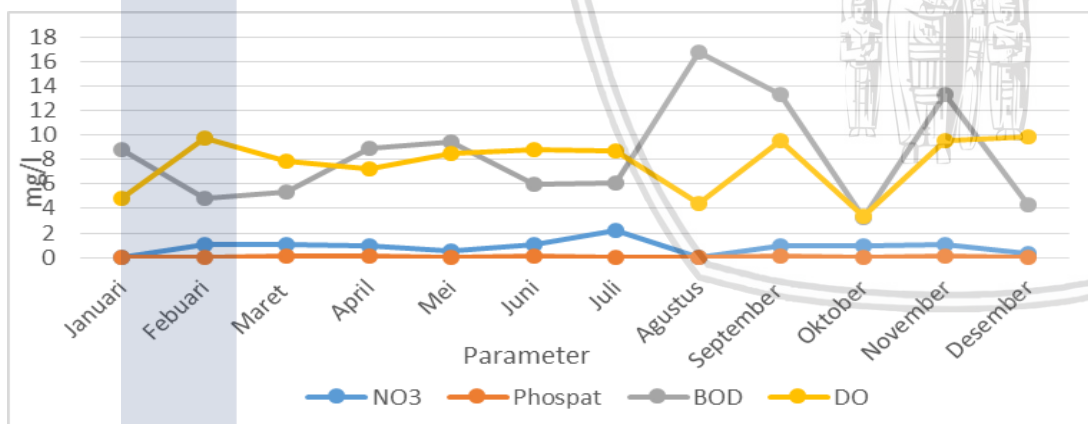
Gambar 4.2. Grafik Rekapitulasi Parameter Kualitas Air Kedalaman 0,3m tahun 2009

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.2.
Hasil Uji Laboratorium Terhadap Indikator Kimia kedalam 4 m tahun 2009

No	Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan											
			Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	1.16	1.24	1.29	1.30	0.68	1.12	1.02	2.23	2.79	1.00	1.07	0.45
2	Total Phospat sbg P	mg/l	0.348	0.148	0.2	0.1	0.1	0.2	0.05	0.085	0.1	0.151	0.12	0.15
3	BOD	mg/l	11.4	5.2	4.6	9.25	3.6	2.6	5.35	1.6	11.25	2.75	2.55	2.5
4	DO	mg/l	4.5	9.1	6.4	3.6	5.3	5.3	7.8	6.7	7.3	3.2	2.9	8.2
5	TSS	mg/l	83.4	69.1	70.9	16.8	24.4	20.8	21.1	18.9	74.9	48	87	66.3

Sumber: Analisa, 2018.

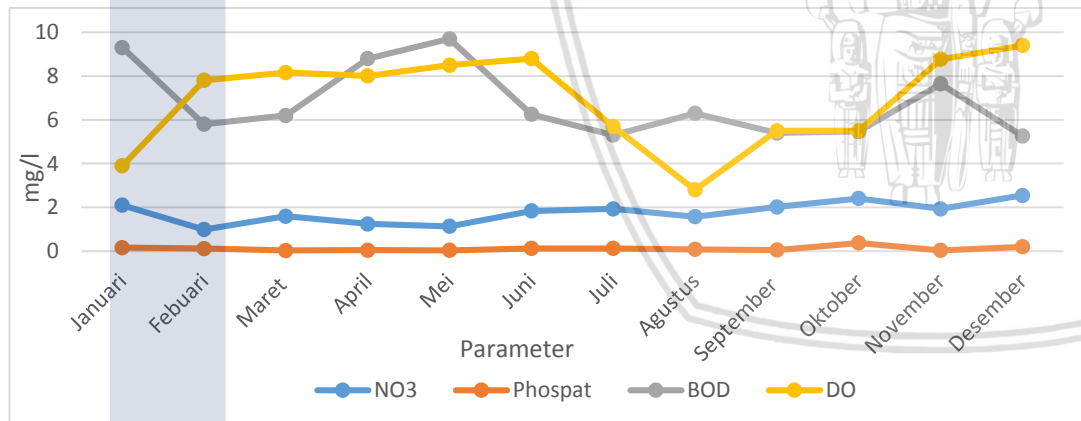


Gambar 4.3. Grafik Rekapitulasi Parameter Kualitas Air Kedalaman 4 mtahun 2009
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.3.
Hasil Uji Laboratorium Terhadap Indikator Kimia kedalaman 0,3 m tahun 2017

No	Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan											
			Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	2.104	0.99	1.598	1.243	1.137	1.836	1.94	1.572	2.02	2.41	1.933	2.548
2	Total Phospat sbg P	mg/l	0.166	0.119	0.032	0.049	0.04	0.123	0.124	0.085	0.05	0.377	0.04	2.00
3	BOD	mg/l	9.3	5.8	6.2	8.8	9.7	6.25	5.3	6.3	5.4	5.47	7.64	5.26
4	DO	mg/l	3.9	7.8	8.16	8.01	8.5	8.8	5.7	2.8	5.5	5.5	8.77	9.4
5	TSS	mg/l	75.8	30	57.9	29.7	48.6	45.4	18.1	18.18	37.1	34.6	60.6	61.36

Sumber: Analisa, 2018.

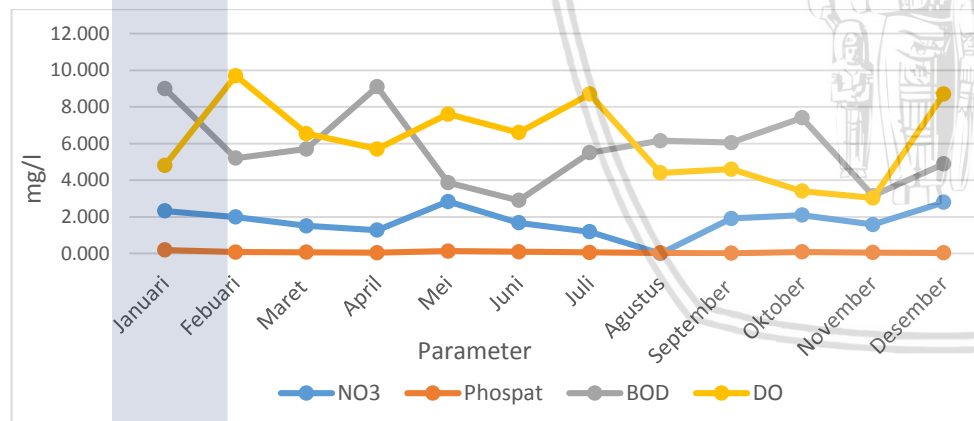


Gambar 4.4. Grafik Rekapitulasi Parameter Kualitas Air Kedalaman 0.3 m tahun 2017
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.4.
Hasil Uji Laboratorium Terhadap Indikator Kimia kedalaman 4 m tahun 2017

No	Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan											
			Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	2.316	1.992	1.51	1.268	2.838	1.673	1.18	0.954	1.906	2.097	1.577	2.788
2	Total Phospat sbg P	mg/l	0.188	0.074	0.068	0.039	0.13	0.097	0.057	0.032	0.016	0.08	0.051	0.028
3	BOD	mg/l	9.0	5.20	5.7	9.1	3.87	2.9	6	6.15	6.05	7.4	3.15	4.89
4	DO	mg/l	4.8	9.7	6.54	5.7	7.6	6.6	8.7	4.4	4.6	3.4	3.03	8.7
5	TSS	mg/l	71.4	21	86.9	30.6	50.5	52.7	27.7	33.5	59.6	34.6	79	69.6

Sumber: Analisa, 2018.



Gambar 4.5. Grafik Rekapitulasi Parameter Kualitas Air Kedalaman 4 m tahun 2017
Sumber: Hasil Perhitungan

Pada tabel 4.1 dapat dilihat lima hasil indikator kimia yang di uji. Kelima sampel tersebut didapat dari waktu yang berbeda. Sampel air diambil dari Waduk Selorejo. Dari tabeli diatas terlihat bahwa indikator kimia dapat berubah dari waktu-waktu yang berbeda. Hal ini terlihat dari hasil nilai masing-masing parameter. Untuk mengetahui mutu air Waduk Selorejo digunakan Peraturan Pemerintah no.82 Tahun 2001. Pada tabel 4.2. adalah hasil dari penilaian kualitas menggunakan metode storet.

Mutu Air Menurut Peraturan Peraturan Pemerintah no.82 Tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air terdapat empat kelas air yaitu sebagai berikut:

1. Kelas satu (I), yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Kelas dua (II), yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pertanian.
3. Kelas tiga (III), yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukkan lainnya yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat (IV), yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertamanan dan atau peruntukkan lainnya yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pencemarah air waduk adalah masuknya atau dimasukan nya makhluk hidup, energi, zat, atau komponen lain nya kedalam air atau pengaruh dari kegiatan manusia, yang menyebabkan kualitas air dapat turun ketingkat-tingkat tertentu yang dapat menyebabkan air tidak berfungsi sesuai denga peruntukan nya. Dalam keperluan penelitian ini, penggolongan air termasuk pada golongan II. Dimana air dapat digunakan untuk budidaya perikanan.

4.3. Penentuan Prosentase Air Waduk Tercemar

Kondisi tata guna lahan pada Waduk Selorejo atau DAS Konto menunjukkan dampak yang tidak baik bagi kualitas air di waduk. Masalah yang menyebabkan turun nya kualitas air adalah akibat dari adanya perubahan tata guna lahan di dalam DAS Konto tersebut. Air Waduk Selorejo perlu dianalisa pencemaran nya agar mengetahui persentase tingkat tercemar nya Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), BOD, DO, Tot. Phospat, dan TSS) pada Waduk Selorejo dengan nilai baku mutu kelas II (berdasarkan Peraturan Pemerintah no.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air).

Berikut adalah tabel prosentase tingkat pencemaran air Waduk Selorejo:
Tabel 4.7. Prosentase Air Tercemar pada Waduk Selorejo tahun 2009

Parameter		Nitrat (NO ₃ -N)	Total Phospat sbg P	BOD	DO	TSS
Hasil	Januari	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	Febuari	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Maret	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	April	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Mei	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Juni	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Juli	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Agustus	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	September	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Oktober	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi
	November	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Desember	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Januari	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	Febuari	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	Maret	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	April	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi
	Mei	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Juni	4m Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Juli	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Agustus	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	September	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	Oktober	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi
	November	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi
	Desember	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi

Sumber: Analisa, 2018.

Tabel 4.8.

Prosentase Air Tercemar pada Waduk Selorejo tahun 2017

Parameter		Nitrat (NO ₃ -N)	Total Phospat sbg P	BOD	DO	TSS
					Tdk	Tidak
	Januari	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Februari	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
						Tidak
	Maret	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	April	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Mei	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Juni	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
Hasil	Juli	0.3 m Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
					Tdk	
	Agustus	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	September	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Oktober	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
						Tidak
	November	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
						Tidak
	Desember	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
					Tdk	Tidak
	Januari	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Februari	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
						Tidak
	Maret	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	April	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
						Tidak
	Mei	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
						Tidak
Hasil	Juni	4 m Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Juli	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
	Agustus	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
						Tidak
	September	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
					Tdk	
	Oktober	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
					Tdk	Tidak
	November	Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
						Tidak
	Desember	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Tdk Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

Sumber: Analisa, 2018.

Setelah melihat hasil dari analisis di atas, untuk tahun 2009 terlihat bahwa prosentase:

- Nitrat (NO₃-N) kedalaman 0.3 m 100% memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tidak tercemar, pada kedalaman 4 m 16% tidak memenuhi dan tergolong tercemar ringan.

- Total Phospat sbg P kedalaman 0.3 m dan 4 m 16% tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tercemar ringan.
- BOD kedalaman 0.3 m 100% tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tercemar berat, pada kedalaman 4 m 58% tidak memenuhi dan tergolong tercemar sedang.
- Dissolve Oxygen (DO) kedalaman 0.3 m 8% tidak memenuhi dan 4 m 25% tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tercemar ringan ringan.
- Total Suspended Solid (TSS) 0.3 m 8% tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tercemar ringan, pada kedalaman 4 m 41% tidak memenuhi dan tergolong tercemar sedang.

Setelah melihat hasil dari analisis di atas, untuk tahun 2017 terlihat bahwa prosentase:

- Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) kedalaman 0.3 m 25% tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tercemar ringan, pada kedalaman 4 m 25% tidak memenuhi dan tergolong tercemar ringan.
- Total Phospat sbg P kedalaman 0.3 m dan 4 m 16% tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tercemar ringan.
- BOD kedalaman 0.3 m 100% tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tercemar berat, pada kedalaman 4 m 90% tidak memenuhi dan tergolong tercemar sedang.
- Dissolve Oxygen (DO) kedalaman 0.3 m 8% tidak memenuhi dan 4 m 25% tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tercemar ringan ringan.
- Total Suspended Solid (TSS) 0.3 m 33% tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II dan dapat digolongkan tercemar ringan, pada kedalaman 4 m 58 % tidak memenuhi dan tergolong tercemar sedang.

Adanya kenaikan prosentase pencemaran pada kualitas air antara 2009 dan 2017 menunjukkan bahwa akibat meningkat nya tata guna lahan di DAS Konto mengakibatkan menurun nya kualitas air di Waduk Selorejo. Pada parameter Phospat tidak memenuhi Baku Mutu kelas II sehingga menunjukkan bahwa Air Waduk tidak baik, phospat adalah salah satu unsur hara penting untuk metabolisme sel tanaman, sehingga apabila banyak hasil limbah tanaman yang masuk hal ini dapat berpengaruh pada kualitas air. Pada parameter BOD juga tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II artinya jumlah dari oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme di air sangat tinggi sehingga dapat mencegah terjadinya pencemaran. Pada parameter DO juga tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II, karena tinggi nya kadar DO hal ini dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan alga yang

berlebihan (algae bloom). Terakhir adalah parameter TSS (Total Suspended Solid) yang tidak memenuhi Baku Mutu Air kelas II, berlebih nya kadar TSS dapat menurunkan kualitas air karena butiran sedimen-sedimen yang ada dapat menghalangi sinar matahari yang masuk ke air dan dapat membuat air menjadi keruh.

4.4. Analisis Status Mutu Air Waduk

Metode STORET adalah suatu metode untuk menentukan status mutu air. Dengan menggunakan metode STORET ini dapat diketahui nya parameter-parameter yang memenuhi, maupun yang melampaui baku mutu air. Secara umum metode STORET adalah suatu metode yang digunakan untuk membandingkan antara data sampel kualitas air dengan baku mutu air yang pada kasus ini adalah untuk menentukan status mutu air di Waduk Selorejo. Untuk menentukan status mutu air Waduk Selorejo, menggunakan sistem nilai dari “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)” dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas. Berikut ini analisa status mutu air dengan metode STORET.

Tabel 4.9.

Hasil Analisis Status Mutu Kualitas Air Waduk Selorejo Menggunakan Metode STORET Bagi Peruntukan Golongan Kelas II. (Kedalaman 0,3m tahun 2009)

No	Parameter	Satuan	Baku	Hasil Pengukuran			Penilaian Storet			Jumlah Skor
			Mutu	Maks	Min	Rata-Rata	Maks	Min	Rata-Rata	
1	2	3	4	5	6	7	5	6	7	8
1	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	10	2.261	0.66	1.4605	0	0	0	0
2	Total Phospat sbg P	mg/l	0.2	0.392	0.086	0.239	-2	0	-6	-8
3	BOD	mg/l	3	16.75	3.3	10.025	-2	-2	-6	-10
4	DO	mg/l	4	9.7	3.4	6.55	0	-2	0	-2
5	TSS	mg/l	50	59.8	21	40.4	-1	0	0	-1
Total										-21

Sumber: Perhitungan, 2018.

Tabel 4.10.

Hasil Analisis Status Mutu Kualitas Air Waduk Selorejo Menggunakan Metode STORET Bagi Peruntukan Golongan Kelas II. (Kedalaman 4m tahun 2009)

No	Parameter	Satuan	Baku	Hasil Pengukuran			Penilaian Storet			Jumlah Skor
			Mutu	Maks	Min	Rata-Rata	Maks	Min	Rata-Rata	
1	2	3	4	5	6	7	5	6	7	8
1	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	10	2.232	1.004	1.618	0	0	0	0
2	Total Phospat sbg P	mg/l	0.2	0.348	0.05	0.348	-2	0	-6	-8

Tabel 4.10.

Hasil Analisis Status Mutu Kualitas Air Waduk Selorejo Menggunakan Metode STORET Bagi Peruntukan Golongan Kelas II. (Kedalaman 4m tahun 2009)

3	BOD	mg/l	3	11.4	1.6	6.5	-2	-2	-6	-10
4	DO	mg/l	4	9	3.2	6.1	0	-2	0	-2
5	TSS	mg/l	50	83.4	18.9	51.15	-1	0	-3	-4
Total										-24

Sumber: Perhitungan, 2018.

Tabel 4.11.

Hasil Analisis Status Mutu Kualitas Air Waduk Selorejo Menggunakan Metode STORET Bagi Peruntukan Golongan Kelas II. (Kedalaman 0,3m tahun 2017)

No	Parameter	Satuan	Baku	Hasil Pengukuran			Penilaian Storet			Jumlah Skor
			Mutu	Maks	Min	Rata-Rata	Maks	Min	Rata-Rata	
1	2	3	4	5	6	7	5	6	7	8
1	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	10	2.548	0.985	1.766	0	0	0	0
2	Phospat	mg/l	0.2	0.377	0.032	0.2045	-2	0	-6	-8
3	BOD	mg/l	3	9.7	5.26	7.48	-2	-2	-6	-10
4	DO	mg/l	4	9.4	2.8	6.1	0	-2	0	-2
5	TSS	mg/l	50	75.8	29.7	52.75	-1	0	-3	-4
Total										-24

Sumber: Perhitungan, 2018.

Tabel 4.12.

Hasil Analisis Status Mutu Kualitas Air Waduk Selorejo Menggunakan Metode STORET Bagi Peruntukan Golongan Kelas II. (Kedalaman 4 tahun 2017)

No	Parameter	Satuan	Baku	Hasil Pengukuran			Penilaian Storet			Jumlah Skor
			Mutu	Maks	Min	Rata-Rata	Maks	Min	Rata-Rata	
1	2	3	4	5	6	7	5	6	7	8
1	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	10	2.838	1.183	2.0105	0	0	0	0
Total Phospat										
2	sbg P	mg/l	0.2	0.188	0.016	0.102	-2	0	-6	-8
3	BOD	mg/l	3	9.1	2.9	6	-2	-2	-6	-10
4	DO	mg/l	4	8.7	3.03	5.865	0	-2	0	-2
5	TSS	mg/l	50	86.9	21	53.95	-1	0	-3	-4
Total										-24

Sumber: Perhitungan, 2018.

Keterangan:

1. Nomor
2. Parameter Uji Laboratorium dari sampel air Waduk Selorejo

3. Satuan Parameter
4. Baku mutu kelas II (berdasarkan ketentuan Menurut Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air).
5. Nilai maksimum dari 5 (lima) hasil uji laboratorium dari sampel Waduk Selorejo
6. Nilai minimum dari 5 (lima) hasil uji laboratorium dari sampel air Waduk Selorejo
7. Nilai rata-rata dari 5 (lima) hasil uji laboratorium dari sampel air Waduk Selorejo
8. Skor penilaian nilai maksimum dari hasil pengukuran terhadap baku mutu
9. Skor penilaian nilai minimum dari hasil pengukuran terhadap baku mutu
10. Skor penilaian nilai rata-rata dari hasil pengukuran terhadap baku mutu menurut Jumlah total skor penilaian.

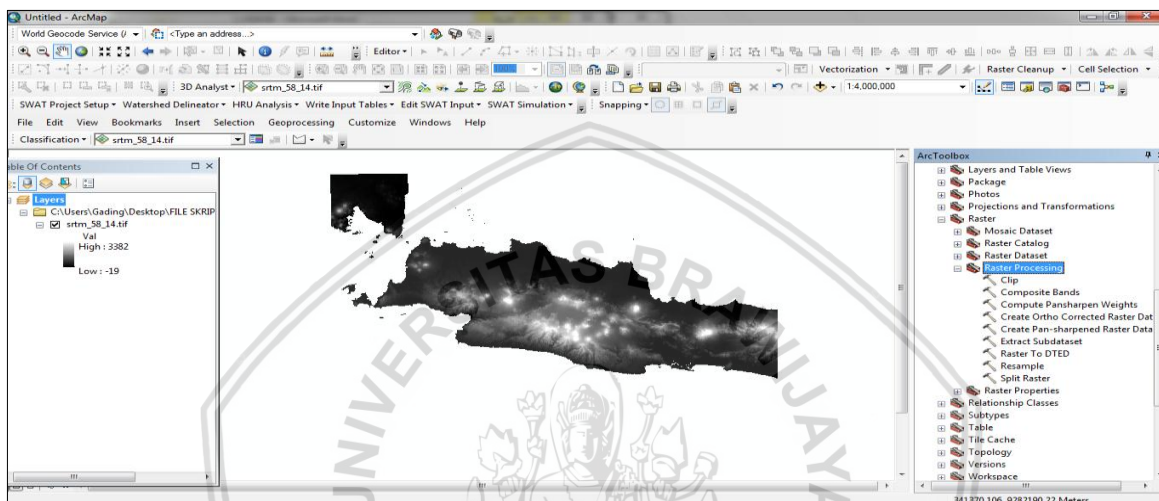
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah skor dari hasil perhitungan sistem nilai “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)” adalah -21, -24, -24 dan -24 . Nilai tersebut berada diantara -11 s/d -31 sehingga Waduk Tertergolong Kelas C dengan kondisi air Tercemar Sedang. Dari keseluruhan hasil prosentase dari hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa kondisi air Waduk Selorejo mengalami kondisi Tercemar sedang.

4.5 Penentuan Batas Daerah Aliran Sungai (DAS)

Batas DAS adalah punggung atau batas dari perbukitan yang membagi suatu DAS dengan DAS lain nya. Pada penelitian ini penentuan batas DAS dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS 10.2. Dalam pembuatan batas DAS dibutuhkan peta DEM. Berikut adalah tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam penggambaran dan penentuan bentuk/batas DAS:

1. Mempersiapkan data DEM dari SRTM yang dapat di unduh di earthexplorer.usgs.gov SRTM (*Shuttle; Radar; Topography; Mission* adalah suatu pesawat luar angkasa yang mempunyai suatu fungsi untuk mengambil gambar penginderaan jauh berupa elevasi dari permukaan bumi, data ini akan dikenal dengan DEM (*Digital Elevation Model*). SRTM yang digunakan dalam penelitian ini merupakan SRTM 30 meter karena hasilnya lebih rinci. Berikut adalah tampilan DEM dari SRTM 30 meter.

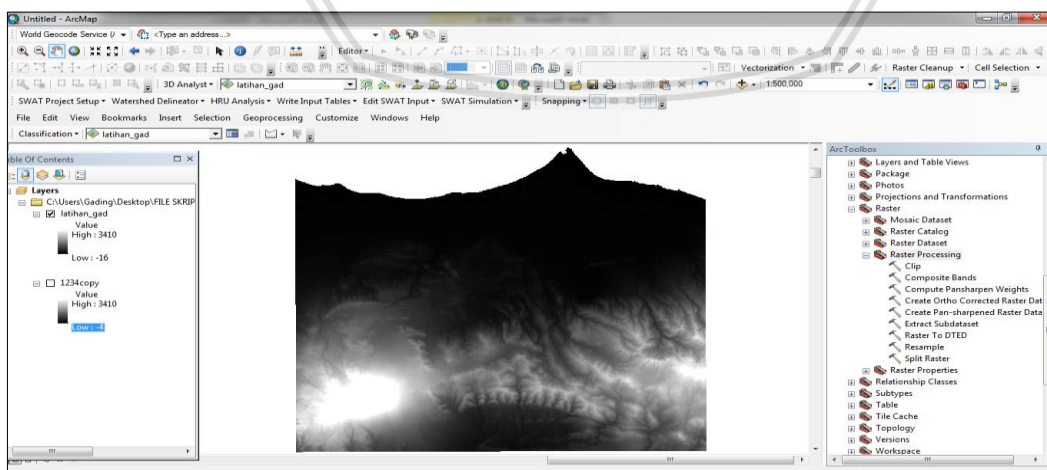
Mempersiapkan data DEM dari SRTM yang dapat di unduh di earthexplorer.usgs.gov SRTM (*Shuttle; Radar; Topography; Mission*) adalah suatu pesawat luar angkasa yang mempunyai suatu fungsi untuk mengambil gambar penginderaan jauh berupa elevasi dari permukaan bumi, data ini akan dikenal dengan DEM (*Digital Elevation Model*). SRTM yang digunakan dalam penelitian ini merupakan SRTM 30 meter karena hasil nya lebih



Gambar 4.6 Tampilan DEM (Digital Elevation Model) dari SRTM 30 meter
Sumber : Hasil Analisis ArcSWAT, 2018

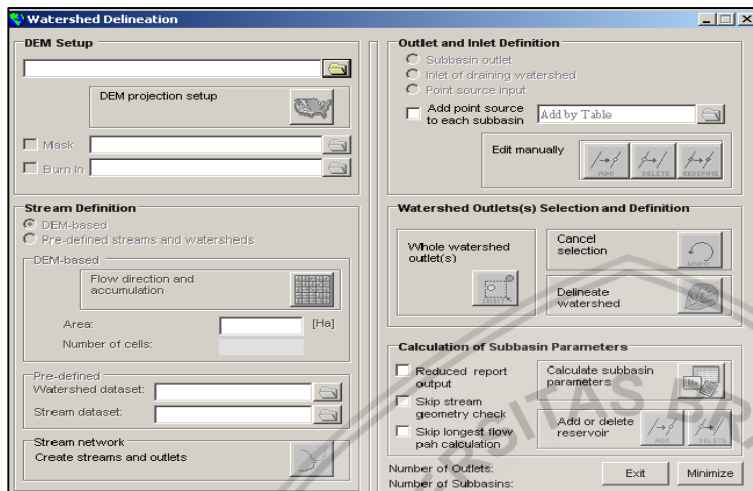
2. Tahap berikutnya adalah (*clip*) data DEM sesuai dengan wilayah yang diteliti dengan menggunakan tools dari *ArcMap*.

Berikut adalah tampilan DEM yang sudah dipotong sesuai dengan wilayah yang diteliti:



Gambar 4.7 Tampilan;DEM; (*Digital Elevation Model*) ;yang telah dipotong sesuai wilayah dari lokasi penelitian
Sumber : Hasil Analisis ArcSWAT, 2018

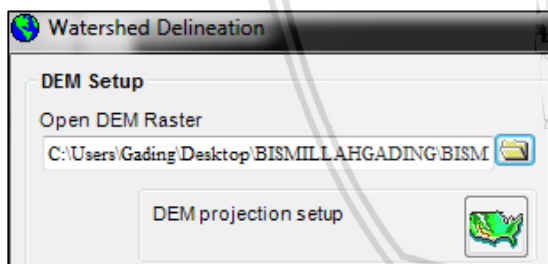
3. Setelah DEM telah terbentuk sesuai dengan wilayah yang di teliti, tahapan selanjutnya yaitu membuat Daerah Aliran Sungai nya dengan *Tools* yang sudah di instal di dalam ArcGis yaitu ArcSWAT. Setelah itu membuat New Project pada ArcSwat, lalu pembentukan dan perintah watershed delineation akan otomatis aktif. Tampilan gambar menu adalah sebagai berikut:



Gambar : 4.8 Tampilan “*Watershed Delineation*”

Sumber : Hasil Analisis ArcSWAT, 2018

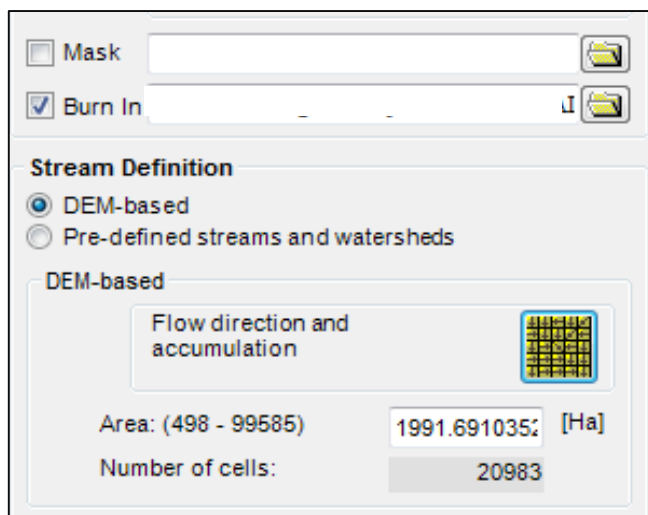
4. Tahapan berikutnya untuk menampilkan DEM pilih tombol disebelah tex box, pilih menu DEM projection setup kemudian menentukan Z unit (pilih satuan meter).



Gambar 4.9 Open DEM Raster menu

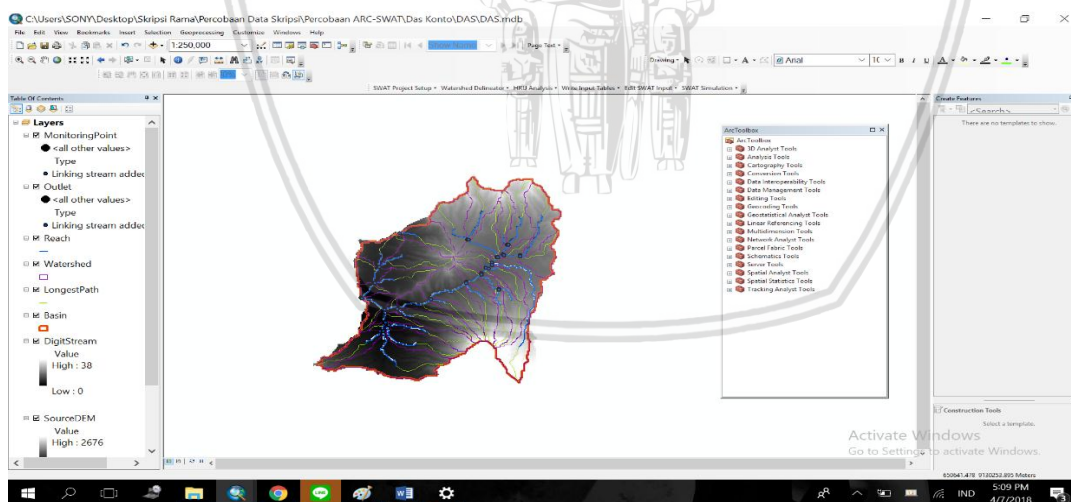
Sumber : ArcSWAT, 2018

5. Lalu memasukan peta jaringan sungai pada stream definition klik tombol flow direction and accumulation, proses ini akan memakan waktu yang cukup lama. Tergantung dari luasan DAS yang di analisa.



Gambar 4.10 Flow direction and accumulation proses
Sumber : ArcSWAT, 20181

6. Proses pembentukan *stream network*, pada tools *create stream and network*. Jika di proses ini outlet tidak terbentuk, maka perlu dilakukan nya penambahan titik outlet dengan cara memilih tombol *add* pada *toolbar watershed delineation*. Sebaliknya, apabila terdapat outlet yang tidak diperlukan maka dapat dilakukan penghapusan outlet dengan cara pilih *delete* pada *toolbar watershed delineation*. Berikut adalah hasil dari proses ini:

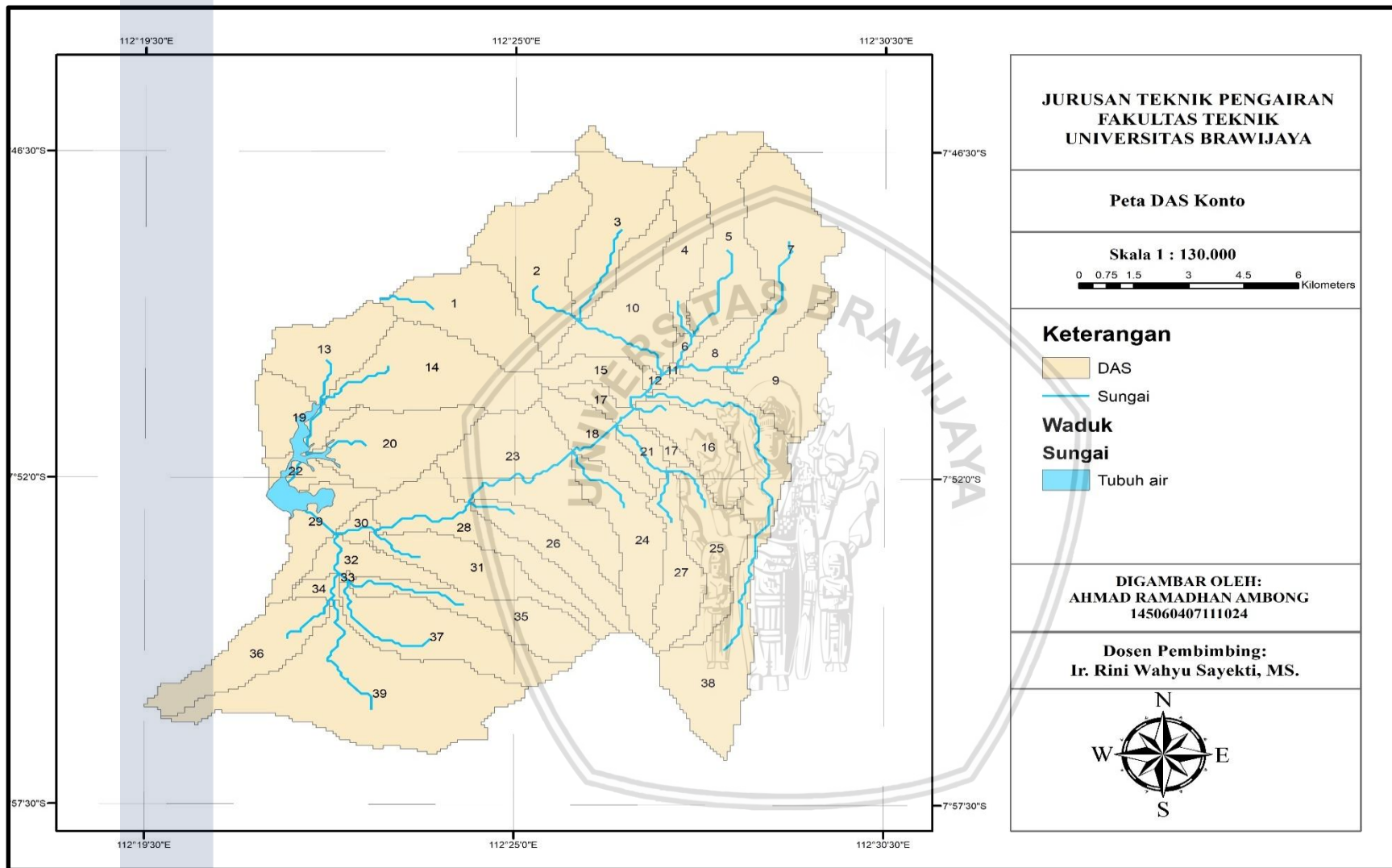


Gambar 4.11 Hasil Jaringan Sungai
Sumber : Hasil Analisis ArcSWAT, 2018

7. Setelah itu pada *text box* pilih *whole watershed outlet(s)*, kemudian pilih perintah *delineate watershed* yang nanti nya akan menampilkan batas DAS daerah yang diteliti, selanjutnya pilih *calculate subbasin parameters* yang akan menghasilkan output seperti gambar berikut:

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.12 Hasil Penentuan Batas DAS
Sumber : Hasil Analisis ArcSWAT, 2018

4.6 Peta Tata Guna Lahan dan Jenis Tanah

Peta tata guna lahan dan peta jenis tanah dibutuhkan untuk perintah/menu HRU Analysis. Sebelum meng-input kedua peta tersebut ke ArcSWAT, peta tata guna lahan dan jenis tanah perlu dibuat database yang sesuai dengan format ArcSWAT.

4.6.1 Peta Tata Guna Lahan

Peta tata guna lahan adalah suatu peta yang menggambarkan bentuk penggunaan tanah dan wilayah yang berhubungan dengan lingkungan, geografi dan kegiatan manusia. Peta tata guna lahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah tahun 2009 dan tahun 2017. Format dari peta tata guna lahan adalah dalam bentuk *.shp*. Peta ini didapat dari BP DAS Provinsi Jawa Timur.

Tabel 4.13

Luasan'Tata'Guna Lahan Das Konto

No	Tata Guna Lahan	2009		2017	
		Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)
1	Air Tawar	198.6011	0.839	195.881	0.828
2	Belukar/ Semak	51.388	0.217	1742.835	7.363
3	Pertanian/Sawah	5835.163	24.651	6085.908	25.710
4	Pemukiman	843.281	3.562	849.683	3.590
6	Hutan	10370.683	43.812	7875.769	33.272
7	Kebun Tanaman	6371.983	26.919	6884.648	29.0846
Total Luas		23671.099			

Sumber : Analisis Perhitungan, 2018

Analisa Data Tata Guna Lahan:

- **Air Tawar:** $\frac{198.6011-195.881}{198.6011} \times 100\% = 1.36\%$ Air tawar pada DAS ini mengalami pengurangan sebesar 15%.
- **Semak Belukar:** $\frac{51.388-1742.835}{151.388} \times 100\% = 340\%$ Semak belukar pada DAS ini mengalami kenaikan sebesar 43%.
- **Pertanian:** $\frac{5335.163-6085.908}{5335.163} \times 100\% = 14\%$ Pertanian pada DAS ini mengalami kenaikan sebesar 18%, yang tentu nya menjadi sumber utama meningkat nya polutan-polutan yang di teliti dalam kualitas air.

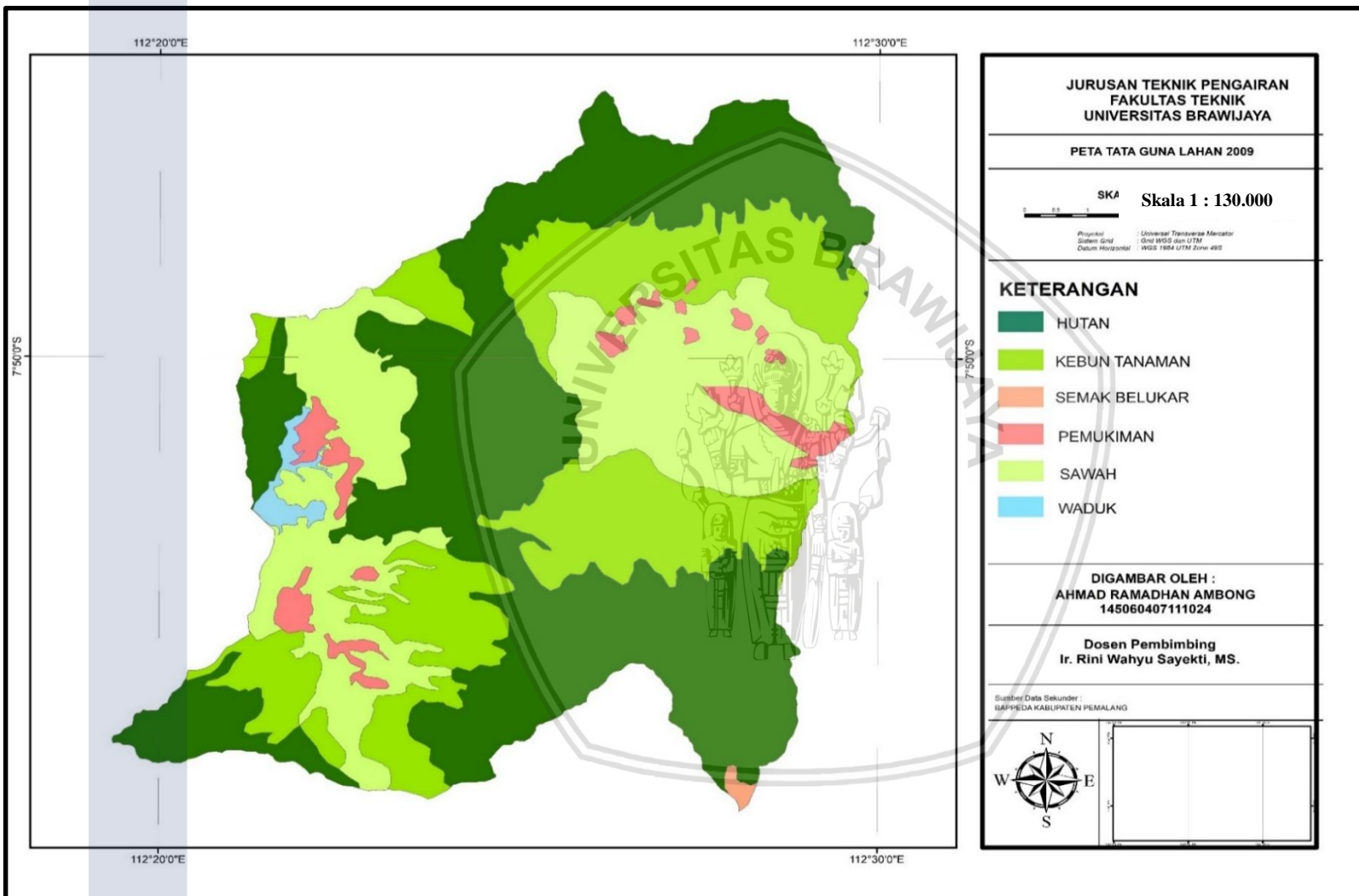
- **Pertanian:** $\frac{5335.163-6085.908}{5335.163} \times 100\% = 14\%$. Pertanian pada DAS ini mengalami kenaikan sebesar 18%, yang tentu nya menjadi sumber utama meningkat nya polutan-polutan yang di teliti dalam kualitas air.
- **Pemukiman:** $\frac{843.361-996.056}{843.361} = 18.1\%$. Pemukiman pada DAS ini mengalami kenaikan sebesar 5%. Dikarenakan laju perkembangan penduduk dari tahun ke tahun di wilayah ini.
- **Hutan:** $\frac{10770.683-7975.769}{10770.683} = 25\%$ Hutan pada DAS ini mengalami penurunan sebesar 24%. Lahan hutan menurun di wilayah ini di karenakan berubah nya menjadi lahan-lahan pertanian dan perkebunan .
- **Perkebunan:** $\frac{6271.983-6984.6488}{6271.983} = 8\%$. Perkebunan pada DAS ini mengalami kenaikan sebesar 24%, dikarenakan perkebunan menjadi salah satu mata pencaharian utama oleh warga di Daerah Aliran Sungai ini dan meningkat nya jumlah warga sekitar.

Meningkat nya presentase tata guna lahan DAS Konto ini antara tahun 2009 dan 2017 tentu memiliki dampak yang bermacam-macam bagi beberapa variabel. Pada kasus penelitian ini lebih memfokuskan dampak nya terhadap kualitas air nya terhadap Waduk Selorejo yang menjadi hilir dari sungai Konto pada DAS ini.

Meningkat nya jumlah penduduk tentu akan berdampak pada lingkungan sekitar, yaitu menurun nya lahan hutan yang sebelum nya 43% dari luas DAS menjadi 32.272. Lahan ini berubah menjadi pemukiman, pertanian, dan juga yang paling utama perkebunan. Perkebunan buah-buah dan sayur-sayur an menjadi mata pencaharian utama di wilayah sekitar karena tanah dan suhu nya yg mendukung. Akibat banyak nya lahan perkebunan, tentu hasil dari pupuk yang digunakan berdampak pada kualitas air yang mengalir yaitu (NO_3 , Total P, BOD, DO dan TSS) dan akan berdampak buruk bagi budidaya perikanan di Waduk Selorejo.



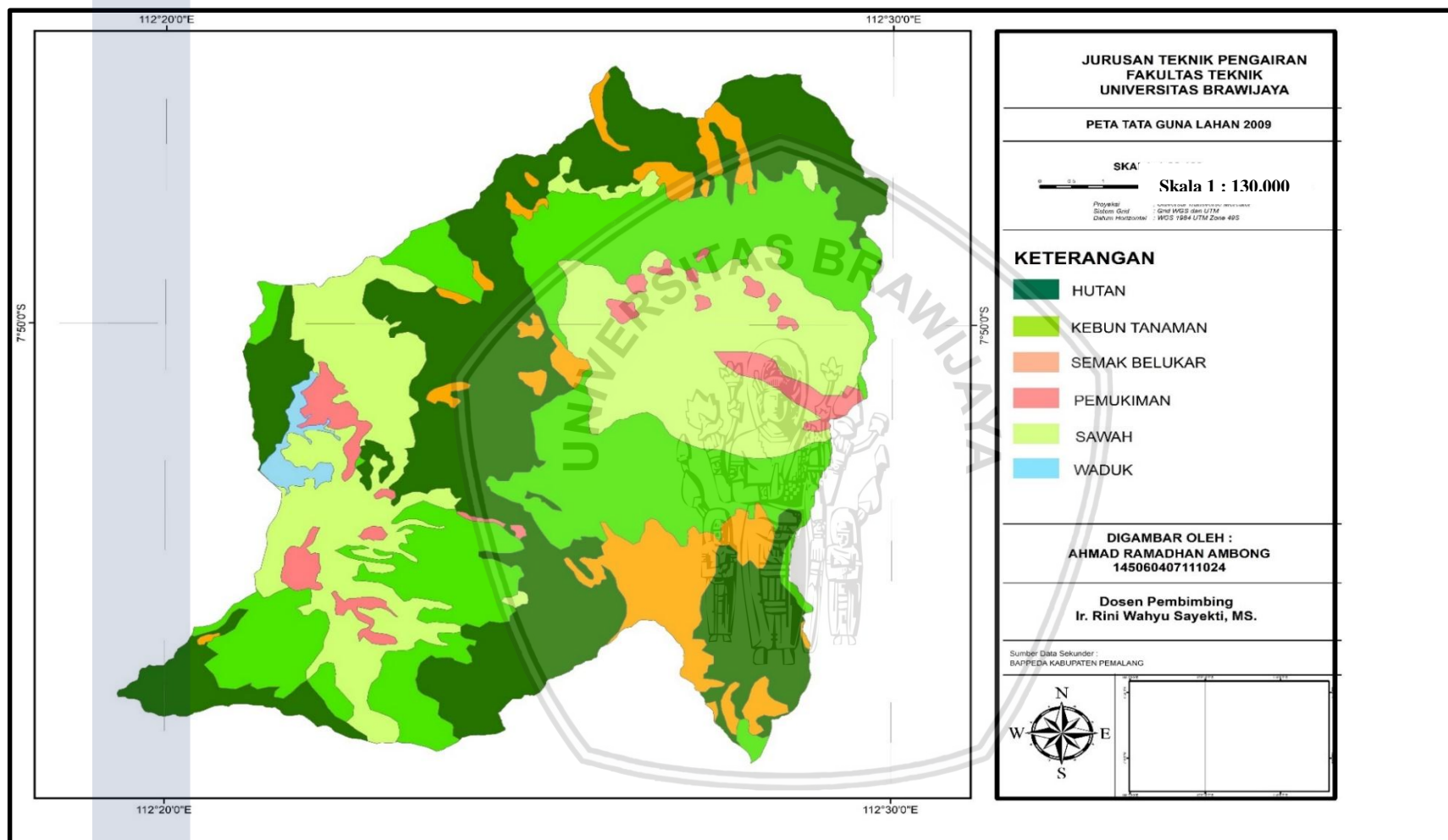
Halaman ini sengaja dikosongkan



Gambar 4.13 Peta Tata Guna Lahan DAS Konto Tahun 2009
Sumber : Hasil Analisis ArcMap, 2



Halaman ini sengaja dikosongkan



Gambar 4.14 Peta Tata Guna Lahan DAS Konto Tahun 2017
Sumber : Hasil Analisis ArcMap, 2018

4.6.2 Peta Jenis Tanah

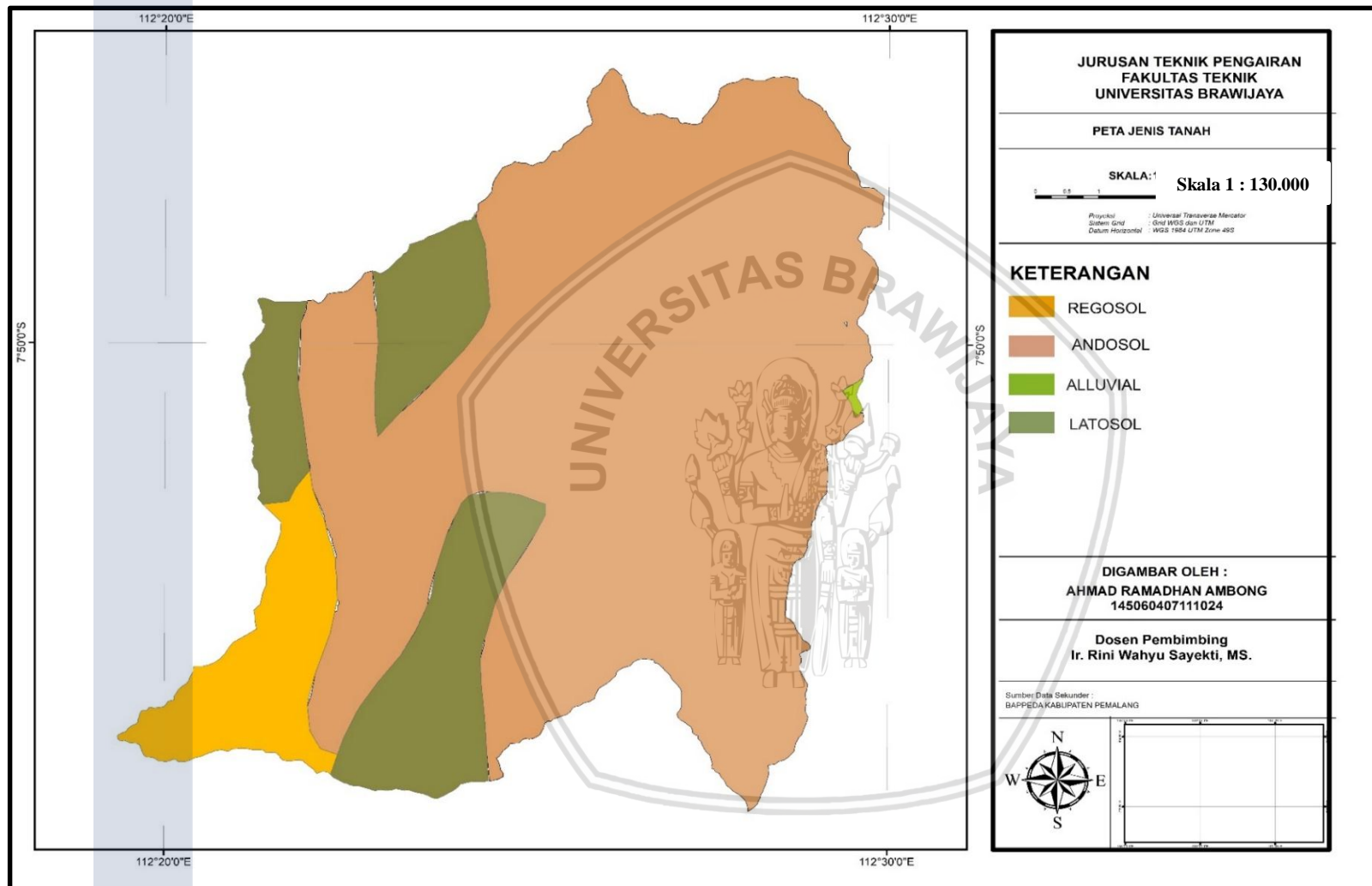
Tanah adalah suatu lapisan bumi yang terbentuk akibat dari pelapukan batuan induk (anorganik) dan bangkai tumbuhan dan juga binatang (organik). Pengaruh dari temperatur, dara, hujan, angin yang mengakibatkan batuan dan jasad mahluk hidup menjadi lapuk. Akibat dari terlepas nya mengakibatkan terbentuk nya tanah. Jenis tanah di setiap daerah satu'dengan lainnya tentu lah berbeda. Hal ini disebabkan olehbatuan'induk, penyinaran matahari, curah hujan, dan tumbuhan penutup tanah. Berikut ini adala jenis tanah yang ada di DAS Konto :

Tabel 4.14

Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Luas (Ha)	(%)
1	Aluvial	22.923	0.099558
2	Latosol	3816.16	16.590803
3	Andosol	17321.9	75.307173
4	Regosol	1840.7	8.0024659
Jumlah		23671.09	100%

Gambar 4.15 Jenis Tanah di DAS Konto
Sumber : BP DAS Provinsi Jawa Timur



Gambar 4.15 Peta Jenis Tanah DAS Konto
Sumber : Hasil Analisis ArcMap, 2018

4.7 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan bagian masukan yang penting untuk analisa selanjutnya. Data hidrologi adalah data yang menjadi dasar dari kegiatan Pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) di wilayah sungai. Perlu nya mengelola data hidrologi ke dalam suatu sistem hidrologi agar tersedia informasi SDA yang benar, akurat dan juga tepat waktu bagi semua pihak yang berkepentingan. Analisa hidrologi merupakan parameter yang dominan dan memerlukan penanganan yang sangat cermat. Data hidrologi yang diolah dan digunakan adalah data curah hujan. Besar atau kecil nya sumber daya air di suatu das itu tergantung dari jumlah curah hujan yang terjadi di sepanjang DAS. Adapun pengaruh hujan terhadap kualitas air pada DAS dapat bersifat langsung ataupun tidak langsung. Pengaruh langsung yaitu melalui tenaga kinetis air hujan, dan pengaruh tidak langsung ditentukan melalui pengaruh nya terhadap pertumbuhan vegetasi

4.7.1 Data Curah Hujan

DAS Konto mempunyai luas 23671,099 Ha yang sebagian besar terletak di Kabupaten Malang. Analisa data hujan yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan besaran curah hujan. Dibutuhkan nya menghitung curah hujan wilayah yaitu untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendali banjir, sedimentasi maupun erosi. Dalam suatu analisa hidrologi untuk mendapatkan besaran hujan yang dapat dianggap curah hujan yang sebenarnya terjadi di berbagai daerah, digunakan nya sejumlah stasiun hujan untuk mewakili besaran hujan di suatu wilayah tersebut.

Hujan memiliki peranan penting dalam siklus hidrologi. Lembaban dari laut menguap, lalu berubah menjadi awan, terkumpul menjadi awan mendung, turun kembali ke bumi dan akhirnya kembali ke laut melalui sungai dan anak sungai. Data hujan yang dipakai dalam analisis hidrologi dan laju erosi diambil dari 4 stasiun penakar hujan yaitu stasiun Jombok, Kedungrejo, Ngantang, dan Pujon. Data hujan yang dimaksud adalah data curah hujan harian dengan periode pengamatan tahun 2008 – tahun 2017. Rekapitulasi data hujan harian disajikan dalam bentuk data curah hujan harian maksimum tahunan yang dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15
Data Curah Hujan Maksimum Tahunan DAS Konto

TAHUN	Jombok (A)	Kedungrejo (B)	Ngantang (C)	Pujon (D)
	(mm/thn)	(mm/thn)	(mm/thn)	(mm/thn)
2008	126.3	125.0	120.0	145.0
2009	113.5	73.0	152.0	75.0
2010	167.6	100.0	105.0	118.0
2011	88.1	63.0	107.0	72.0
2012	163.4	61.0	98.0	68.0
2013	151.7	88.0	98.0	120.0
2014	109.3	93.0	95.0	124.0
2015	84.9	59.0	71.0	82.0
2016	152.8	78.0	95.0	116.0
2017	144.3	60.0	139.0	56

Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Malang

4.7.2. Lokasi Stasiun Hujan di DAS Konto

Data hujan yang pada penelitian ini adalah data hujan di DAS Konto yang diperoleh dari Dinas Pengairan Kabupaten Malang. Di dalam DAS Konto terdapat 4 Stasiun Hujan. Keempat stasiun hujan tersebut yaitu Stasiun Jombok, Stasiun Kedungrejo, Stasiun Ngantang, Stasiun Pujon. Data curah hujan dengan jangka waktu 10 tahun, yaitu dari tahun 2008 sampai tahun 2017.

Tabel 4.16

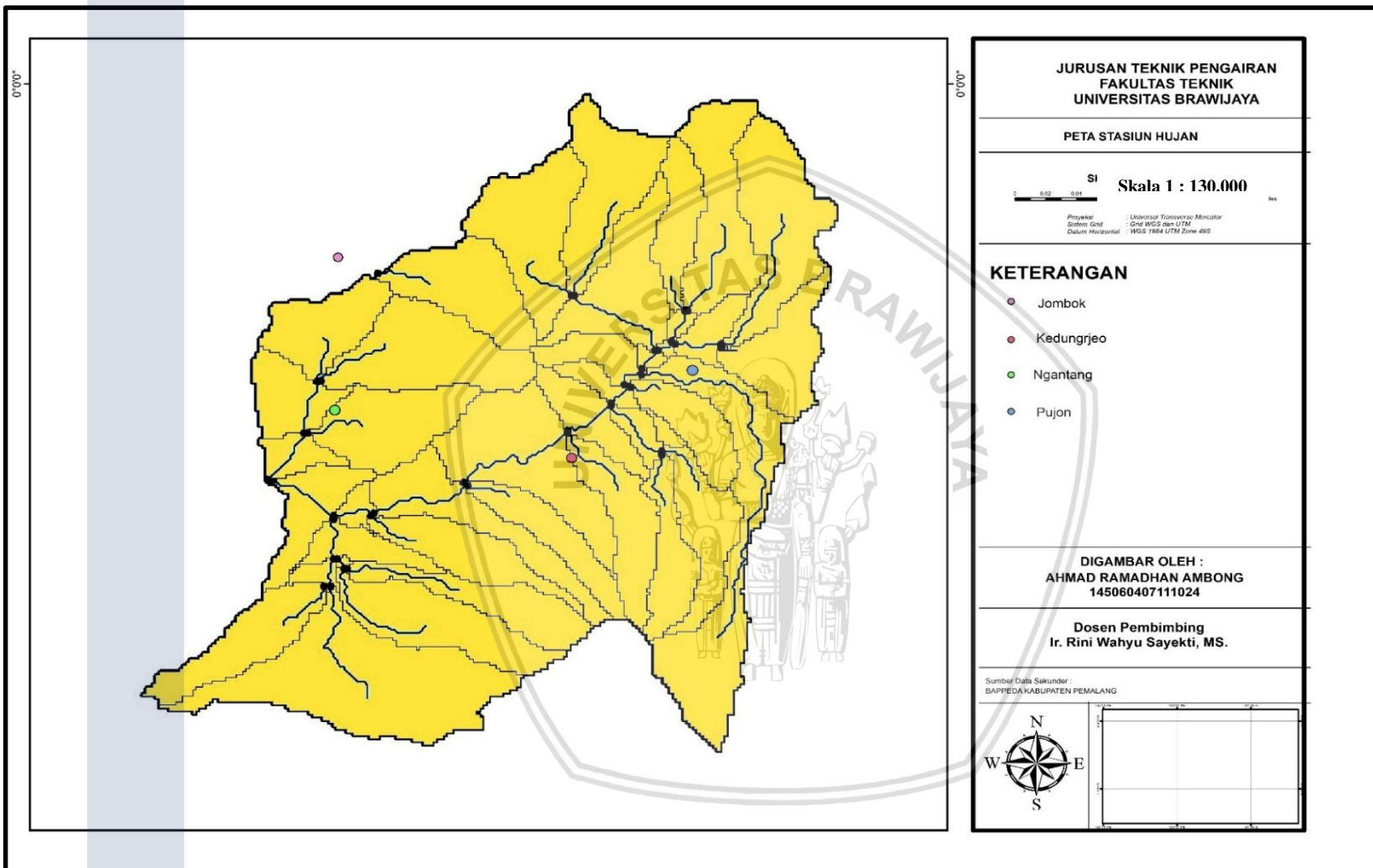
Lokasi Stasiun Hujan di DAS Konto

No	Nama Stasiun	Koordinat		Elevasi (+Mdpl)
		Bujur Timur	Lintang Selatan	
1	Jombok	112.370	-7.8291	661
2	Kedungrejo	112.431	-7.8653	1054
3	Ngantang	112.372	-7.8569	618
4	Pujon	112.467	-7.8432	1100

Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Malang



Halaman ini sengaja dikosongkan



Gambar 4.16 Peta Stasiun Curah Hujan DAS Konto
Sumber : Hasil Analisis ArcMap, 2018

4.7.3 Uji Konsistensi

Uji konsistensi data dilakukan jika data hujan tidak konsisten karena perubahan atau gangguan lingkungan di sekitar tempat penakar hujan dipasang, yang memungkinkan terjadi penyimpangan terhadap trend semula. Dari pengujian tersebut dapat diketahui apakah terjadi perubahan lingkungan atau perubahan cara menakar. Jika hasil uji menyatakan data hujan di suatu stasiun konsisten berarti pada daerah pengaruh stasiun tersebut tidak terjadi perubahan lingkungan dan tidak terjadi perubahan cara menakar selama pencatatan data tersebut dan sebaliknya (Limantara, 2010 : 47).

4.7.3.1 Analisis Kurva Massa Ganda

Salah satu untuk menguji konsistensi adalah dengan menggunakan analisis kurva massa ganda untuk data hujan musiman atau tahunan dari suatu daerah. Kurva massa ganda adalah salah satu metode grafis untuk alat identifikasi atau untuk menguji konsistensi dan kesamaan jenis data hidrologi dari suatu pos hidrologi (Soewarno, 2000 : 200). Langkah – langkah untuk melakukan uji konsistensi dengan menggunakan metode analisis kurva massa ganda yaitu sebagai berikut (contoh perhitungan untuk stasiun Jombok, pada tahun 2008):

1. Menghitung curah hujan tahunan untuk masing – masing stasiun, disusun mulai tahun terbaru, dapat dilihat pada Tabel 4.24
2. Menghitung rata – rata hujan tahunan untuk stasiun pembanding,

$$CH \text{ Pembanding} = \frac{2449+4042+2383}{3} = 2958$$

3. Menghitung komulatif hujan tahunan untuk stasiun yang diuji. Komulatif pada stasiun 2008.

$$\text{Komulatif Stasiun Pujon} = 2383 + 2031 = 4414$$

4. Menghitung komulatif tahunan untuk stasiun pembanding.

$$\text{Komulatif Stasiun Pembanding} = 2958 + 2649 = 5607$$

5. Menggambar dalam bentuk diagram pencar (scatter diagram) antara stasiun yang akan diuji dan stasiun pembanding. Stasiun yang akan diuji pada sumbu Y dan stasiun pembanding pada sumbu X..
6. Menganalisis konsistensi data hujan dengan cara membuat garis lurus pada diagram pancar dan menganalisis untuk menentukan apakah ada perubahan slope, maka titik yang mengalami perubahan tersebut perlu dikoreksi terhadap pencatatan data hujan dengan cara mengalikan dengan Faktor Koreksi (K) yang dihitung berdasarakan perbandingan slope setelah mengalami perubahan (S_2) dan slope sebelum mengalami perubahan (S_1).

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Curah Hujan stasiun Pujon sesudah dikoreksi} &= K \times \bar{X} \\
 &= 1.177 \times 2383 \\
 &= 2806 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Pada studi ini digunakan data curah hujan tahunan yang berasal dari 4 stasiun yang berpengaruh terhadap lokasi studi, diantaranya Stasiun Jombok, Kedungrejo, Ngantang, Pujon. Berikut merupakan data curah hujan tahunan dari 4 stasiun hujan tersebut, yaitu:

Tabel. 4.17

Data Curah Hujan Total Tahunan di DAS Konto

TAHUN	Jombok (A)	Kedungrejo (B)	Ngantang (C)	Pujon (D)
	(mm/thn)	(mm/thn)	(mm/thn)	(mm/thn)
2008	2785.0	2449.0	4042.0	2383.0
2009	3075.0	1858.0	4059.0	2031.0
2010	3926.0	2892.0	6097.0	3281.0
2011	2202.0	1895.0	3432.0	1956.0
2012	2254.0	2034.0	3160.0	2123.0
2013	3629.0	3109.0	4082.0	3633.0
2014	2845.0	2149.0	3498.0	2462.0
2015	2173.0	1300.0	2862.0	1597.0
2016	3163.0	2540.0	4089.0	3015.0
2017	2085.0	1633.0	2374.0	1911

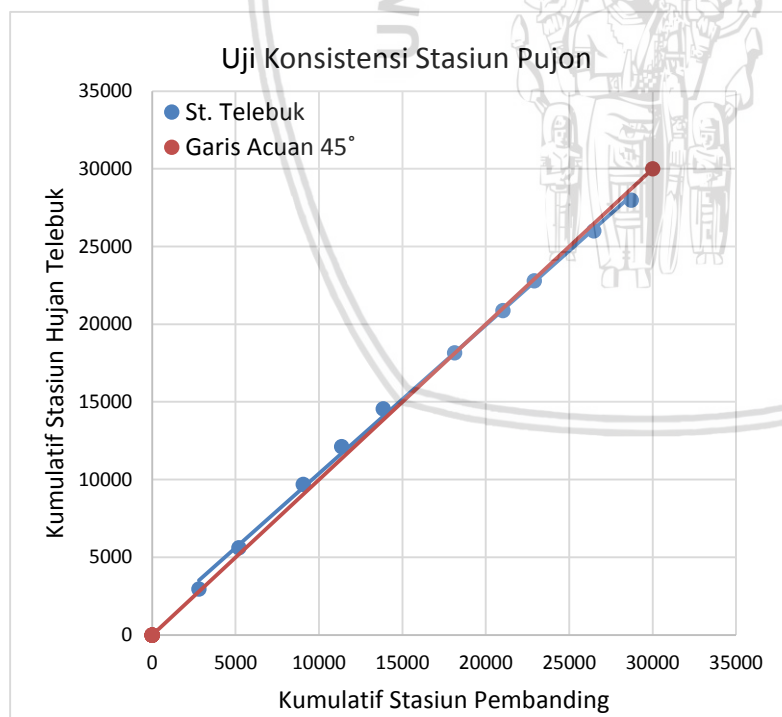
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.18

Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Pujon

Tahun	St. Hujan Kecepat		St. Hujan Pembanding	
	CH	CH	CH Tahunan	CH
	Tahunan	Kumulatif	Rerata	Kumulatif
2008	2383	2383	2958	2958
2009	2031	4414	2649	5607
2010	3281	7695	4090	9697
2011	1956	9651	2428	12125
2012	2123	11774	2439	14564
2013	3633	15407	3608	18172
2014	2462	17869	2703	20875
2015	1597	19466	1920	22795
2016	3015	22481	3215	26009
2017	1911	24392	1973	27982

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 4.17 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Pujon

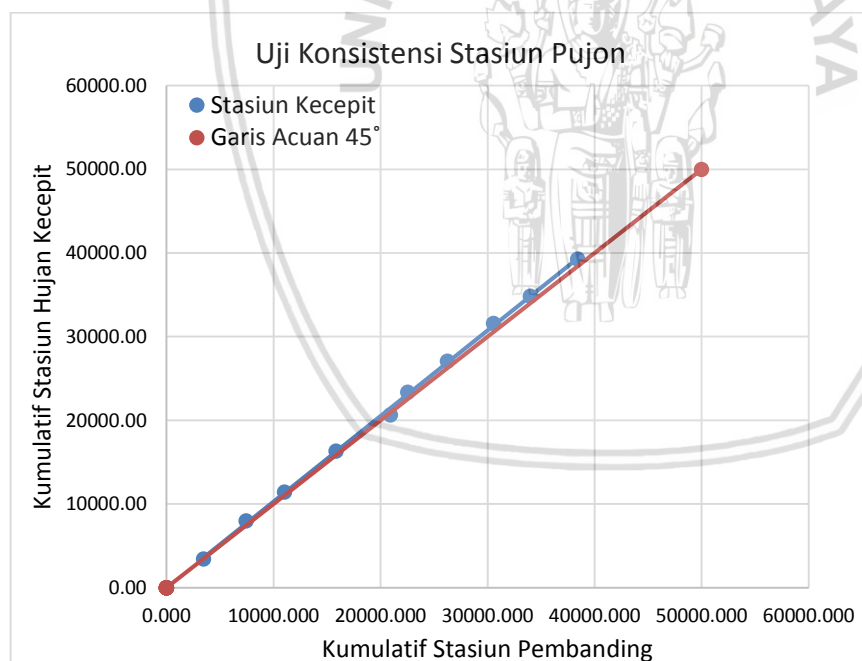
Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4.19

Uji Konsistensi Data Curah Hujan Stasiun Pujon Setelah di Koreksi

Tahun	Curah Hujan	Tan α	Tan α_c	Faktor Koreksi	Nilai Sekarang	Kumulatif Nilai Sekarang
2007	2383	45	46	1.0305	2806	2806
2008	2031	45	46	1.0305	2391	5197
2009	3281	45	46	1.0305	3863	9060
2010	1956	45	46	1.0305	2303	11363
2011	2123	45	46	1.0305	2500	13863
2012	3633	45	46	1.0305	4277	18140
2013	2462	45	46	1.0305	2899	21039
2014	1597	45	46	1.0305	1880	22919
2015	3015	45	46	1.0305	3550	26469
2016	1911	45	46	1.0305	2250	28719

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 4.18 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Pujon Setelah di Koreksi

Sumber : Hasil Analisis, 201

Tabel 4.20
Data Curah Hujan Baru yang sudah dikoreksi

TAHUN	Jombok (A)	Kedungrejo (B)	Ngantang (C)	Pujon (D)
	(mm/thn)	(mm/thn)	(mm/thn)	(mm/thn)
2008	2785.0	3177.0	2768.0	2806.0
2009	3075.0	2411.0	2780.0	2391.0
2010	3926.0	3752.0	4175.0	3863.0
2011	2202.0	2459.0	2350.0	2303.0
2012	2254.0	2639.0	2164.0	2500.0
2013	3629.0	4034.0	2795.0	4277.0
2014	2845.0	2788.0	2395.0	2899.0
2015	2173.0	1687.0	1960.0	1880.0
2016	3163.0	3295.0	2800.0	3550.0
2017	2085.0	2119.0	1626.0	2250

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

4.7.4. Uji Ketidakadaan Trend

Trend merupakan deret berkala yang nilainya menunjukkan gerakan yang berjangka panjang dan mempunyai kecenderungan menuju kesatu arah (arah naik atau turun). Umumnya meliputi gerakan yang lamanya lebih dari 10 tahun. Apabila dalam deret berkala menunjukkan adanya trend maka datanya tidak disarankan untuk digunakan dalam analisis hidrologi. Apabila deret berkala itu menunjukkan adanya trend, maka analisis hidrologi harus mengikuti garis trend yang dihasilkan. Ketidakadaan trend dapat diuji dengan banyak cara. Dalam studi ini diambil uji korelasi peringkat metode spearman.

4.7.4.1. Uji Korelasi Metode Spearman

Trend dapat dipandang sebagai korelasi antara waktu dengan variat dari suatu variabel hidrologi. Oleh karena itu koefisien korelasinya dapat digunakan untuk menentukan ketidakadaan trend dari suatu deret berkala. Salah satu cara adalah dengan menggunakan koefisien korelasi metode spearman. Berikut ini adalah tahapan uji korelasi metode spearman :

1. Data Curah Hujan diurutkan dari nilai yang tertinggi hingga terendah
2. Mencari nilai Koefisien Korelasi tingkat spearman (KP)

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n}$$

$$KP = 1 - \frac{6 \times 134}{1000 - 10}$$

3. Selanjutnya mencari nilai distribusi t, pada derajat kebebasan (n-2) untuk derajat kepercayaan tertentu (umumnya 5%)

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{1/2}$$

$$KP = 1 - \frac{10-2}{1-0.19^2} 0.5$$

$$t = 0,541$$

4. kemudian menentukan nilai tc, nilai tc tergantung pada dk. dk = 8 maka tc = 2,603
5. Nilai t = 0,541

$$\text{Nilai tc} = 2,306$$

Hipotesa **diterima** karena nilai $t < tc \rightarrow$ tidak ada trend

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat di tabel

Tabel 4.21.

Uji Korelasi Metode Spearman Stasiun Kecepit

No.	Tahun	CH Tahunan	Peringkat			dt	dt ²
			Tahun	CH	Rt		
1	2008	2806	2013	4277	5	4	16
2	2009	2391	2010	3863	7	5	25
3	2010	3863	2016	3550	2	-1	1
4	2011	2303	2014	2899	8	4	16
5	2012	2500	2008	2806	6	1	1
6	2013	4277	2009	2391	1	-5	25
7	2014	2899	2011	2303	4	-3	9
8	2015	1880	2012	2500	10	2	4
9	2016	3550	2017	2250	3	-6	36
10	2017	2250	2015	1880	9	-1	1
Jumlah							134
n							10
Kp							0.19
t							0.541
analisa					Kesimpulan		
$\pm \alpha/2$		2,50%			0,541	<	2,306
uji dua sisi		$t_{0.975} =$	2,306		Ho diterima data tidak ada trend		
dk		8					

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Berikut adalah hasil Rekapitulasi Uji Ketidak-Adaan Trend

Tabel 4.22

Rekapitulasi Uji Ketidak-Adaan Trend

No	Stasiun	Hasil Uji Ketidak-Adaan Trend		
		Nilai tc	Nilai t	Kesimpulan
1	Jombok	2,306	-2.189	Data Tidak Ada Trend
2	Kedungrejo	2,306	1.168	Data Tidak Ada Trend
3	Ngantang	2,306	0.688	Data Tidak Ada Trend
9	Pujon	2,306	0.541	Data Tidak Ada Trend

Sumber : Hasil Analisa, 2018

4.7.5. Uji Stasioner

Setelah dilakukan uji ketidak-adaan trend, apabila data hujan tidak menunjukkan adanya trend maka ada analisis lanjutan yang harus dilakukan, yaitu uji stasioner. Uji stasioner dimaksudkan untuk menguji kestabilan varian rata-rata dari data hujan yang akan dipakai. Pengujian nilai varian dari deret berkala dapat dilakukan dengan Uji-F. Data yang sudah ada dibagi menjadi dua kelompok atau lebih, setiap dua kelompok diuji dengan menggunakan Uji-F. Jika hipotesis nol untuk nilai varian tersebut menunjukkan stasioner, maka pengujian selanjutnya adalah menguji kestabilan rata-ratanya. Pengujian kesamaan jenis nilai rata – rata dapat dihitung dengan Uji-t.

4.7.5.1. Uji Kestabilan Varian

Berikut ini adalah contoh perhitungan Uji Kestabilan Varian (Uji F) :

1. Data curah hujan kumulatif tahunan dikelompokkan menjadi 2 bagian.
2. Selanjutnya mencari rata-rata kelompok tersebut, contoh kelompok I

$$= \frac{2785 + 3075 + 3926 + 2202 + 2254}{5} = 2848$$

3. Kemudian menghitung simpangan baku (standar deviasi)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(2848-2848)^2}{4}} = 704,9$$

4. Berikutnya mencari nilai F

Kelompok II

$$n_2 = 5$$

$$X_2 = 2779 \text{ mm/tahun}$$

$$S_2 = 656,4 \text{ mm/tahun}$$

Kelompok I

$$n_1 = 5$$

$$X_1 = 2848 \text{ mm/tahun}$$

$$S_1 = 704,9 \text{ mm/tahun}$$

$$F = \frac{n_1 \cdot S_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 \cdot S_2^2 (n_1 - 1)} = \frac{5 \cdot 704,9^2 (5 - 1)}{5 \cdot 656,4^2 (5 - 1)} = 1,15$$

5. Pada derajat kebebasan $dk_1 = n_1 - 1 = 4$ dan $dk_2 = n_2 - 1 = 4$ dan derajat kepercayaan 1% maka didapatkan f tabel sebesar 6,39
6. Nilai F perhitungan = 1,15 lebih kecil dari nilai F tabel = 6,39, maka hipotesa diterima.

4.7.5.2 Uji Kestabilan Nilai Rata-Rata

Berikut ini adalah contoh perhitungan Uji Kestabilan Nilai Rata-rata (Uji-t):

1. Parameter perhitungan uji kestabilan rata-rata sama dengan uji kestabilan varian, yaitu mencari simpangan baku dan rata-rata tiap kelompoknya. Contoh perhitungannya bisa dilihat pada perhitungan uji varian diatas.

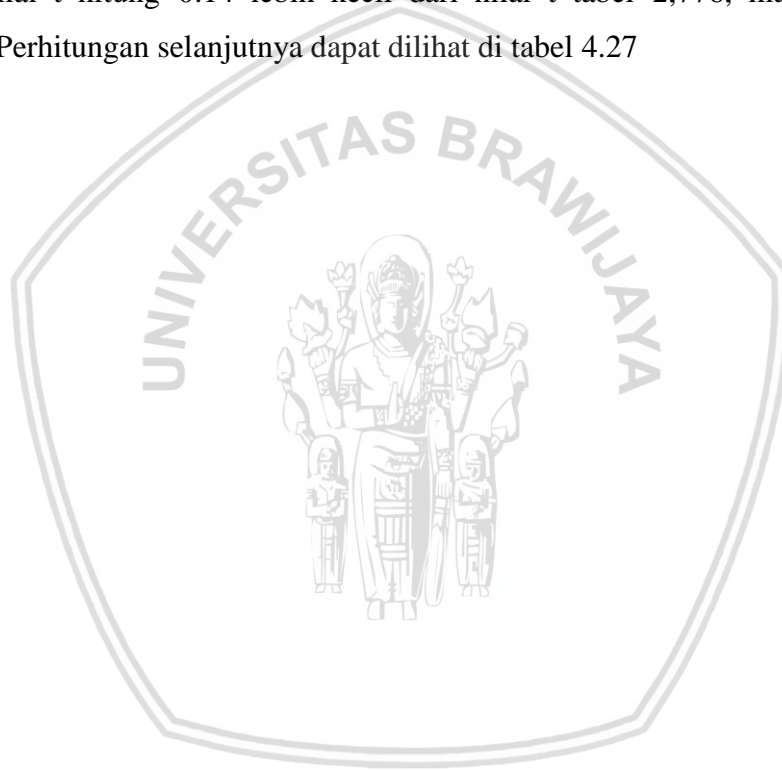
2. Selanjutnya mencari nilai signifikan α dengan rumus :

$$\alpha = \left(\frac{n_1 \cdot s_1^2 + n_2 \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{0,5} = \left(\frac{10(4188)^2 + 10(3496)^2}{5 + 5 - 2} \right)^{0,5} = 1066,8$$

3. Berikutnya mencari nilai t hitung dengan rumus:

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{0,5}} = \frac{4187 - 3496}{1066,8 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)^{0,5}} = 1,02$$

4. Mencari nilai t tabel, untuk derajat kebebasan dk=8, dan derajat kepercayaan 0,025 pada uji dua arah maka diperoleh nilai t tabel = 2,776
5. Karena nilai t hitung=0.14 lebih kecil dari nilai t tabel=2,776, maka hipotesis diterima. Perhitungan selanjutnya dapat dilihat di tabel 4.27



Tabel 4.23.

Perhitungan nilai rerata dan simpangan baku

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan	Jombok		Kedungrejo		Ngantang		Pujon	
	Kelompok	Kelompok	Kelompok	Kelompok	Kelompok I	Kelompok II	Kelompok	Kelompok
	I	II	I	II			I	II
	2785	3629	3177	4034	2768	2795	2806	4277
	3075	2845	2411	2788	2780	2395	2391	2899
	3926	2173	3752	1687	4175	1960	3863	1880
	2202	3163	2459	3295	2350	2800	2303	3550
	2254	2085	2639	2119	2164	1626	2500	2250
X	2,848	2,779	2,888	2,785	2,847	2,315	2,773	2,971
S	704.9	656.4	570.9	931.3	788.6	517.9	638.5	969.0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.24
Perhitungan Uji Kestabilan Varian dan Uji Kestabilan Rata-rata

Rumus	Jombok	Kedungrejo	Ngantang	Pujon
$n_1 S_1 (n_2-1)$	9,938,666	6,517,936	12,439,056	8,152,706
$n_2 S_2 (n_1-1)$	8,615,920	17,346,346	5,363,854	18,780,914
F hitung	1.15	0.38	2.32	0.43
f tabel 0,01 (dk=4)	6.39	6.39	6.39	6.39
Kesimpulan	H0 diterima	H0 diterima	H0 diterima	H0 diterima
X_1-X_2	69.4	103.0	532.2	198.6
$n_1 S_1^2$	2,484,667	1,629,484	3,109,764	2,038,177
$n_2 S_2^2$	2,153,980	4,336,587	1,340,964	4,695,229
σ	761.5	863.6	745.9	917.4
$(1/n_1 + 1/n_2)^{0.5}$	0.63	0.63	0.63	0.63
t hitung	0.14	0.19	1.13	0.34
t tabel 0,025 (dk=8)	2.776	2.776	2.776	2.776
Kesimpulan	H0 diterima	H0 diterima	H0 diterima	H0 diterima

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4.7.6 Uji Persistensi

Uji ini digunakan untuk melihat data berasal dari sampel acak atau tidak. Pada studi ini uji persistensi dilakukan dengan menghitung korelasi serial, yaitu dengan Metode Spearman. Berikut langkah perhitungan uji persistensi pada Pos Hujan Pujon:

1. Mengurutkan data sesuai deret waktu
2. Membuat peringkat berdasarkan data hujan yang terbesar sampai terkecil (Rt) dan peringkat berdasarkan urutan tahun (Tt)

$$Ch = 2806 \text{ (tahun 2008)}$$

$$Rt_1 = 5$$

$$Rt_2 = 7$$

3. Hitung nilai di (selisih antara Rt_1 dengan Rt_2)

$$di = Rt_2 - Rt_1 = 7 - 5 = 2$$

4. Hitung nilai kuadrat dari di dan total dari kuadrat di

$$di^2 = (2)^2 = 4$$

$$\sum di^2 = 224$$

5. Hitung nilai KS (korelasi serial)

$$\begin{aligned} KS &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (di)^2}{m^3 - m} \\ &= 1 - \frac{6 \times 4^2}{9^3 - 9} \\ &= -0,867 \end{aligned}$$

6. Hitung nilai distribusi t (t_{hitung})

$$\begin{aligned} t &= KS \left[\frac{m-2}{1-KS^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= -0,867 \left(\frac{9 \times 2}{1-0,867^2} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= -4,596 \end{aligned}$$

Dengan pengujian satu sisi menggunakan derajat kepercayaan $\alpha = 5\%$ dan $dk = m - 2 = 9 - 2 = 7$ dan maka diperoleh nilai t_{kritis} yaitu $t_{0,95} = +2,101$ dan Nilai t_{kritis} diperoleh dari tabel uji- t yang tercantum pada lampiran. Dari perhitungan maka nilai t_{hitung} terletak antara $t_{0,95}$ yaitu $-4,596 < 2,101$ sehingga H_0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa data bersifat random (acak) atau dengan kata lain tidak menunjukkan adanya persistensi. Berikut rekapitulasi uji persistensi pada seluruh pos hujan dapat dilihat pada tabel 4.29:

Tabel 4.25.

Rekapitulasi Perhitungan Uji Persistensi

No	Stasiun	KS	thitung	t kritis	Ksemipulan
1	Jombok	-0.208	-0.564	2.101	Data Bersifat random
2	Kedungrejo	-0.908	-5.746		Data Bersifat random
3	Ngantang	-0.692	-2.534		Data Bersifat random
4	Pujon	-0.867	-4.596		Data Bersifat random

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.26.

Rekapitulasi Pengujian Data Hujan

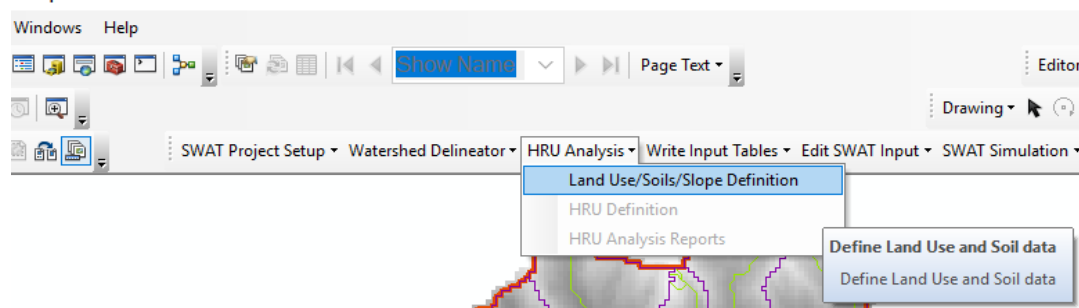
Pos Hujan	Jenis Pengujian			
	Ketiadaan Trend	Stasioner Uji F	Stasioner Uji t	Persistensi
Jombok	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Kedungrejo	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Ngantang	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima
Pujon	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

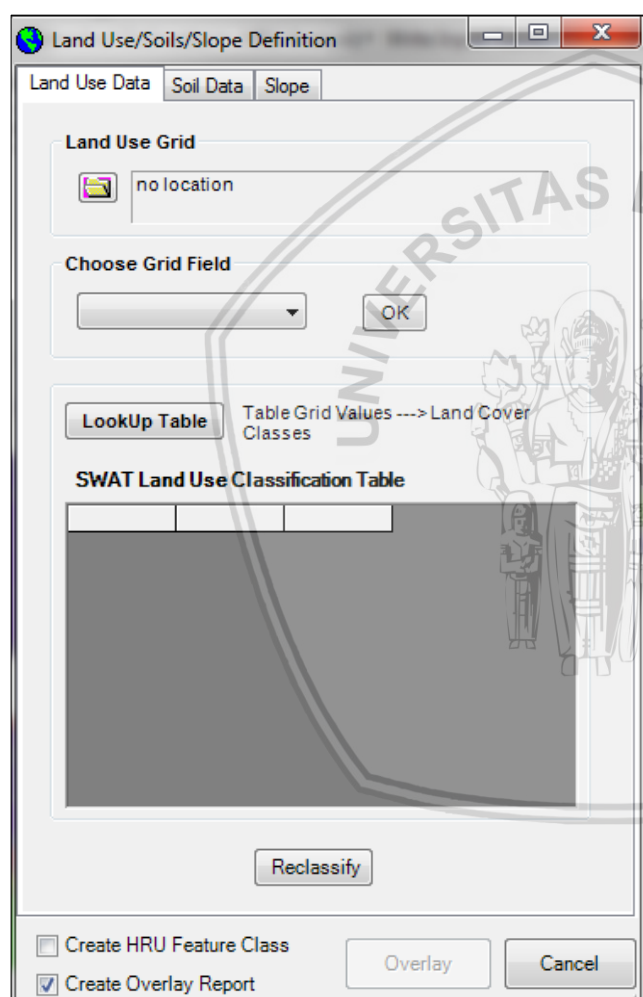
4.8 Format input data dan pembuatan database ArcSWAT**4.8.1 Penggambaran tema tata guna lahan**

Program permodelan ArcSWAT membutuhkan informasi-informasi mengenai data berupa peta tata guna lahan, peta jenis tanah dan kemiringan lereng daerah yang diteliti. ArcSWAT mempunyai menu HRU analysis, yang di dalamnya ada tools Land Use/Soil/Slope Definition. Tools ini berfungsi untuk mengakses dialog box untuk memasukan peta tata guna lahan, peta jenis tanah dan kemiringan lereng yang akan menghubungkan peta ke SWAT database kemudian akan mengoverlay ketiga peta tersebut membentuk HRU (Hidrology Responsive Unit). Tools ini akan otomatis jika proses watershed delination berhasil dengan menghasilkan sub-sub DAS yang akan dianalisis. untuk memulai proses tersebut langsung pilih HRU Anaysis, setelah HRU analysis di klik maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 4.19 Klik tools *Land Use/Soil/Slope Definition*, maka akan muncul tampilan seperti gambar 4.20

Skripsi\percobaan ARC-SWAT\Das Konto\DAS2\DAS2.mdb



Gambar : 4.19 Tampilan menu HRU Analysis
Sumber : ArcSWAT, 2018



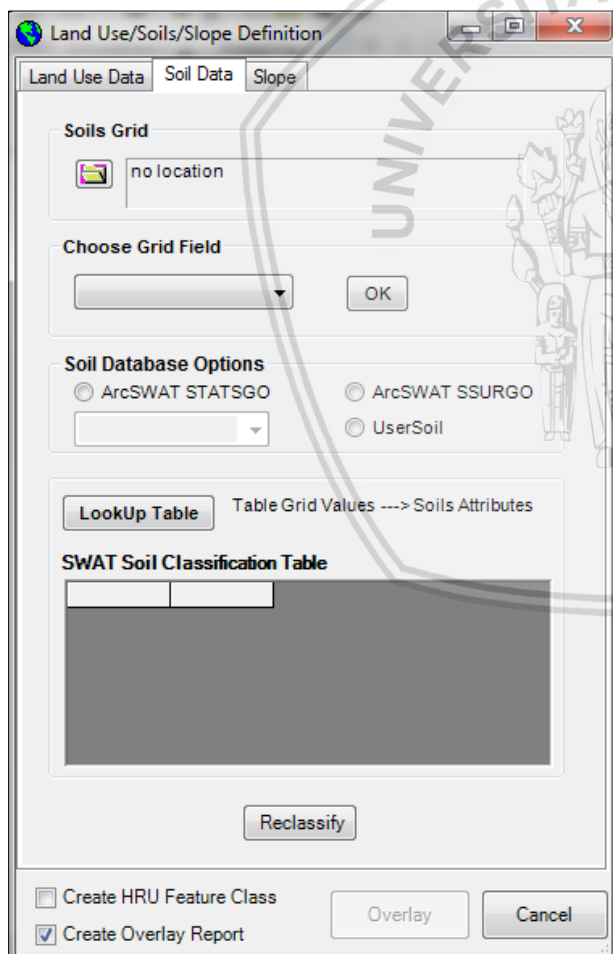
Gambar 4.20 Jendela dialog “*land use data*”
Sumber : ArcSWAT, 2018

Pilih peta yang tata guna lahan yang akan digunakan untuk simulasi, format peta tata guna lahan harus berformat grid. Setelah peta tata guna lahan dimasukan klik choose Grid Field Pilih Value klik Ok. Luasan tata guna lahan akan otomatis muncul. Selanjutnya LookUp Table format tata guna lahan eksisiting sudah dimasukan pada database SWAT.

Setelah semua data tata guna lahan yang diminta sudah selesai dimasukan, selanjutnya klik *reclassificassy*. Berikut ini adalah contoh penggolongan tema tata guna lahan DAS Konto yang sesuai dengan database SWAT, penggolongan tema peta tata guna lahan tersebut disajikan dalam atribut symbol-simbol dan angka 1,2,3 dan seterusnya berformat (*.dbf) dan (*.txt).

4.8.2 Penggolongan tema Jenis Tanah

Proses yang dilakukan dalam penggolongan teman jenis tanah sama saja dengan penggolongan tema tata guna lahan. berikut ini Gambar 4.4 adalah jendela dialog jenis tanah, pilih peta jenis tanah daerah penelitian, kemudian dalam *choose grid field* pilih *value* dan klik *OK*. Dalam menu *soil database option* pilih *usersoil*. Klik *LookUp Table*, selanjutnya pilih data jenis tanah yang sudah disesuaikan dengan format database SWAT. Setelah semua data yang diminta dimasukan, klik *reclassify*.



Gambar 4.21 Jendela dialog “soil data”

Sumber : ArcSWAT, 2018

Berikut ini adalah contoh penggolongan tema jenis tanah di DAS Konto yang sesuai dengan database SWAT, penggolongan tema jenis tanah tersebut disajikan dalam atribut symbol-simbol dan angka 1,2,3 dan seterusnya berformat (*.dbf) dan (*.txt).

4.8.3 Kemiringan Lereng (*slope*)

Kemiringan lereng/lahan adalah perbandingan antara beda tinggi (jarak vertikal) suatu lahan dengan jarak mendatarnya. Besarnya kemiringan lereng dapat dinyatakan dengan beberapa satuan, diantaranya dengan % (persen) dan ° (derajat). Informasi spasial kelerengan mendeskripsikan kondisi permukaan lahan, seperti datar, landai atau kemiringannya curam. Panjang lereng dihitung mulai dari titik pangkal aliran permukaan sampai pada suatu titik dimana air masuk kedalam saluran atau sungai, atau kemiringan lereng yang berkurang sedemikian rupa sehingga kecepatan aliran air berubah (Arsyad, 2010:114). Gambar 4.18. berikut ini merupakan hasil dari HRU Das Konto. Berikut ini merupakan klasifikasi kemiringan lereng menurut Asdak :

Tabel 4.27.

Klasifikasi kemiringan lahan

No	Kemiringan lereng	Klasifikasi
1	0 % - 8 %	Datar
2	8 % - 15 %	Landai
3	15 % - 25 %	Agak Curam
4	25 - 45 %	Curam
5	> 45 %	Sangat Curam

Sumber : Asdak, (2004,p.415)

4.8.4 Input data hujan sesuai format ArcSWAT

Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data hujan stasiun stasiun hujan di daerah DAS Konto. Banyaknya stasiun hujan yang berjumlah 4 stasiun hujan, dengan jangka waktu 10 tahun. Input data hujan dalam ArcSWAT digunakan untuk memperoleh presipitasi, standar deviasi dan kepengcengan, probabilitas, dan curah hujan maksimum. Data hujan dikelompokkan dalam susunan bulanan selama jangka waktu 10 tahun, berikut ini merupakan contoh tabel pengelompokan data hujan :

DATA CURAH HUJAN HARIAN DAS KONTO

Koordinat XPR = 311114 YPR = 785664

Nama Stasiun Pujon

No Stasiun 70

Elevasi 1100

Tipe Alat Manual

Pemilik Dinas Pengairan

Tanggal	2008					
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	→
1	45	0	21	0	30	→
2	15	0	38	0	0	→
3	10	31	32	0	12	→
4	16	8	33	0	5	→
5	145	18	16	11	15	→
↓	↓	↓	↓	↓	↓	

DATA CURAH HUJAN HARIAN DAS KONTO

Koordinat XPR = 311114 YPR = 785664

Nama Stasiun Pujon

No Stasiun 70

Elevasi 1100

Tipe Alat Manual

Pemilik Dinas Pengairan

Tanggal	2009					
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	→
1	0	46	10	0	0	→
2	26	45	0	0	0	→
3	0	56	0	3	0	→
4	0	17	0	3	0	→
5	6	42	13	0	0	→
↓	↓	↓	↓	↓	↓	

Tanggal	Bulan Januari					
	2007	2008	2009	2010	2011	→
1	45	0	12	15	45	→
2	15	26	18	21	15	→
3	10	0	0	4	10	→
4	16	0	0	52	16	→
5	145	6	20	0	145	→
↓	↓	↓	↓	↓	↓	

Gambar 4.22 Contoh Pengelompokan data hujan
Sumer : Hasil perhitungan, 2018

Setelah pengelompokan data curah hujan harian menurut bulan selesai, dilakukan perhitungan – perhitungan statistic pada data hujan untuk mendapatkan :

1. Rata-rata total presipitasi bulanan (PCPMM)
2. Standar deviasi presipitasi bulanan (PCPSTD)
3. Kepencengan presipitasi bulanan (PCPSKW)
4. Probabilitas hari hujan terhadap hari kering (PR_W1)
5. Probabilitas hari hujan terhadap hari kering (PR_W1)
6. Probabilitas hari hujan terhadap hari hujan (PR_W2)
7. Rata-rata jumlah hari hujan bulanan (PCPD)
8. Hujan maksimum bulanan (RAINHHMX)

Tabel 4.28

Contoh perhitungan susunan data hujan bulanan stasiun Pujon

Tanggal	Bulan Januari									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	45	0	12	15	6	27	18	0	0	0
2	15	26	18	21	65	26	4	0	6	0
3	10	0	0	4	2	59	3	14	31	0
4	16	0	0	52	1	0	54	9	0	0
5	145	6	20	0	2	8	13	0	0	10
6	7	0	6	3	23	3	28	0	0	8
7	8	4	28	12	10	69	24	0	0	22
8	3	0	30	0	52	7	6	0	0	34
9	0	21	12	39	1	6	26	0	0	19
10	0	23	43	0	15	3	0	0	24	8

11	0	35	5	0	0	28	0	0	38	23
Tabel 4.28										
Contoh perhitungan susunan data hujan bulanan stasiun Pujon										
Tanggal	Bulan Januari									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
13	0	21	7	9	3	10	19	0	0	0
14	0	26	118	8	0	73	33	0	0	0
15	27	45	10	0	11	69	27	0	0	0
16	0	64	65	21	4	30	35	0	0	0
17	0	20	45	24	35	12	0	0	8	0
18	0	0	4	26	0	0	14	0	18	0
19	26	15	0	8	0	14	8	0	9	0
20	0	5	12	7	9	84	36	0	39	0
21	0	4	29	19	5	36	64	8	48	0
22	5	0	10	3	4	18	69	0	30	0
23	0	0	7	5	40	13	35	32	10	0
24	0	6	12	56	4	67	38	36	6	0
25	0	23	0	42	12	22	18	0	0	0
26	28	27	6	4	6	3	20	9	17	0
Σ	443	472	540	388	385	848	713	132	361	124
Hari hujan	17	23	23	21	27	28	28	9	14	7
PCPMM	440.6	PR-W1	0.318584071	RAINHHMX		145				
PCPSTD	20.18009115	PR-W2	0.781725888							
PCPSKW	2.403421975	PCPD	19.7							

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Contoh format perhitungan data hujan bulanan stasiun pujon adalah sebagai berikut :

- $\sum_{d=1}^N R_{day,mon} = 86 + 421 + 1098 + 829 + \dots + 441 = 5996$
- Days_{wet,i} = d
- N = 31 + 31 + 31 + 31 + + 31 = 310
- Yrs = 10

a. PCPMM

Rata-rata total presipitasi bulanan (mm), yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{d=1}^N R_{day,mon}}{N} = \frac{5996}{10} = 643,70$$

b. PCPSTD

Standar deviasi presipitasi bulanan (mm), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_{mon} = \sqrt{\frac{\sum_{d=1}^N (R_{day,yrs} - R_{mon})^2}{N-1}} = 29,177$$

c. PCPSKW

Kepencengan presipitasi bulanan, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$g_{mon} = \frac{\sum_{d=1}^N (R_{day,yrs} - R_{mon})^3}{(N-1)(N-2)(\sigma_{mon})^3} = 1,943$$

d. PR_W1

Probabilitas hari hujan mengikuti hari kering dalam bulan, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$PR_W1 = \frac{days_{W/D,i}}{days_{dry,i}} = 0,402$$

e. PR_W2

Probabilitas hari hujan yang mengikuti hari basah dalam bulan, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$PR_W2 = \frac{days_{W/W,i}}{days_{wet,i}} = 0,846$$

f. PCPD

Jumlah rata-rata hujan harian dalam bulan, parameter ini dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{d}_{wet,i} = \frac{days_{wet,i}}{yrs} = 20,80$$

g. RAINHHMX

Hujan harian maksimum seluruh periode dalam bulan, nilai ini mewakili dari satu hujan maksimum dari seluruh periode dalam bulan. untuk contoh pada stasiun pujan curah hujan maksimum sebesar 145 mm pada bulan januari.

Berikut ini merupakan rekapitulasi input data hujan Das Konto :

Tabel 4.29

Input data hujan stasiun Jombok

Stasiun Kecepit	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
PCPMM	552.20	489.40	419.30	248.70	172.30	115.50	33.80	18.00	40.70	115.4	348.3	385.
PCPSTD	25.13	23.82	21.24	16.44	11.74	13.79	4.52	4.11	6.09	12.35	20.55	19.23
PSPSKW	2.03	2.23	2.59	3.02	3.02	5.29	5.48	4.11	5.76	7.59	2.92	2.27
PR_W1	0.40	0.54	0.54	0.28	0.21	0.13	0.10	0.03	0.05	0.14	0.31	0.38
PCPD	20.80	21.10	20.00	13.00	11.00	6.20	3.60	1.60	3.50	8.20	17.60	19.70
RAINHHMX	154	143	144	121	89	128	37	51	58	158	136	110

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.30

Input Data Hujan Stasiun Kedungrejo

Stasiun Sokawati	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
PCPMM	414.30	416.40	318.50	161.90	118.40	44.30	40.60	12.30	29.50	88.20	257.3	331.
PCPSTD	18.76	18.36	13.28	11.46	9.22	5.50	6.60	3.24	4.14	7.58	13.32	14.14
PSPSKW	2.15	1.70	1.62	3.01	3.29	4.84	7.65	3.24	5.49	3.01	2.00	1.96
PR_W1	0.32	0.50	0.50	0.22	0.20	0.08	0.06	0.02	0.06	0.13	0.32	0.43
RAINHHMX	125	100	70	68	63	43	78	39	39	44	69	88

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.31

Input Data Hujan Stasiun Ngantang

Watukumpul	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
PCPMM	702.5	652.0	576.6	364.3	299.3	143.1	51.80	25.9	66.90	37.60	410.1	527.00
PCPSTD	26.28	23.86	21.80	18.37	16.18	13.60	6.10	3.69	8.99	11.62	20.06	19.06
PSPSKW	1.50	1.37	1.77	1.88	1.97	3.94	5.04	3.69	4.96	4.17	2.53	1.26
PR_W1	0.29	0.55	0.55	0.28	0.29	0.17	0.09	0.06	0.05	0.16	0.35	0.50
PCPD	22.70	23.50	23.90	18.70	16.30	8.50	5.00	3.00	3.30	9.10	18.70	24.00
RAINHHMX	152	106	139	97	75	89	53	35	76	92	152	96

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.32

Input Data Hujan Stasiun Pujon

Nambo	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

PCPMM	440.60	445.20	348.80	193.40	153.40	47.00	44.40	14.30	32.70	99.30	314.30	368.90
PCPSTD	20.18	19.69	14.57	14.06	10.97	5.83	6.52	3.34	4.53	8.60	16.57	16.53
PSPSKW	2.40	2.14	1.69	3.63	2.94	4.83	5.43	3.34	4.80	3.48	1.88	2.11

Input Data Hujan Stasiun Pujon

Nambo	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
PR_W1	0.32	0.52	0.52	0.23	0.20	0.07	0.05	0.02	0.04	0.11	0.29	0.44
PR_W2	0.32	0.52	0.52	0.23	0.20	0.07	0.05	0.02	0.04	0.11	0.29	0.44
PCPD	19.70	19.60	19.50	11.00	8.50	3.40	2.40	1.00	2.40	6.00	15.00	19.00
RAINHHMX	145	124	75	120	77	43	49	47	31	65	74	106

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

4.8.5. Pembuatan Database

4.8.5.1. Landcover/planth growth database

Pembuatan database juga dibutuhkan agar program dapat mengenali data-data yang dibuat secara manual. Data tataguna lahan dapat dimasukan lewat *land cover/pland growth database* atau kedalam *SWAT2012.mdb crop dan urban*. Tampilan seperti gambar 4. Berikut akan muncul setelah mengklik dataset yang terdapat pada ArcSWAT

The screenshot shows the 'Land Cover/Plant Growth Database Edit' window. On the left, a list of crop types is visible, with 'Tegalan' selected. The main area is divided into several sections: 'Crop type Parameters' (including Crop Name, TGLN, IDC, and various growth parameters like BIO_E, HVST1, BLAI, etc.), 'Op Schedule' (AGRR), and 'Hydrological Parameters' (including OV_N and SCS Runoff Curve Numbers). The window also features buttons for 'Add New', 'Save Edits', 'Cancel Edits', 'Delete', 'Default', and 'Exit'.

Gambar 4.23 Tampilan menu *Land Cover/Plant Growth Database Edit*

Sumber : ArcSWAT, 2018

Gambar 4.24. Tampilan menu *Urban Area Database Edit*

Sumber : ArcSWAT, 2018

a. Penentuan nilai Curve Number (CN)

Nilai Curve Number (CN) atau bilangan kurva air limpasan ditentukan berdasarkan nilai parameter fisik dari suatu DAS, yaitu kondisi hidrologi, jenis tanah dan penutupan lahan. Angka CN (Curve Number) bervariasi dari 0 sampai 100. Kemudian nilai CN dicari menurut kelompok tanah pada keadaan kelembaban awal sesuai dengan jenis penutupan lahannya. Nilai CN pada keadaan kelembaban awal untuk kelompok tanah pada masing-masing jenis penutupan lahan dapat dilihat pada tabel 4.33

Tabel 4.33

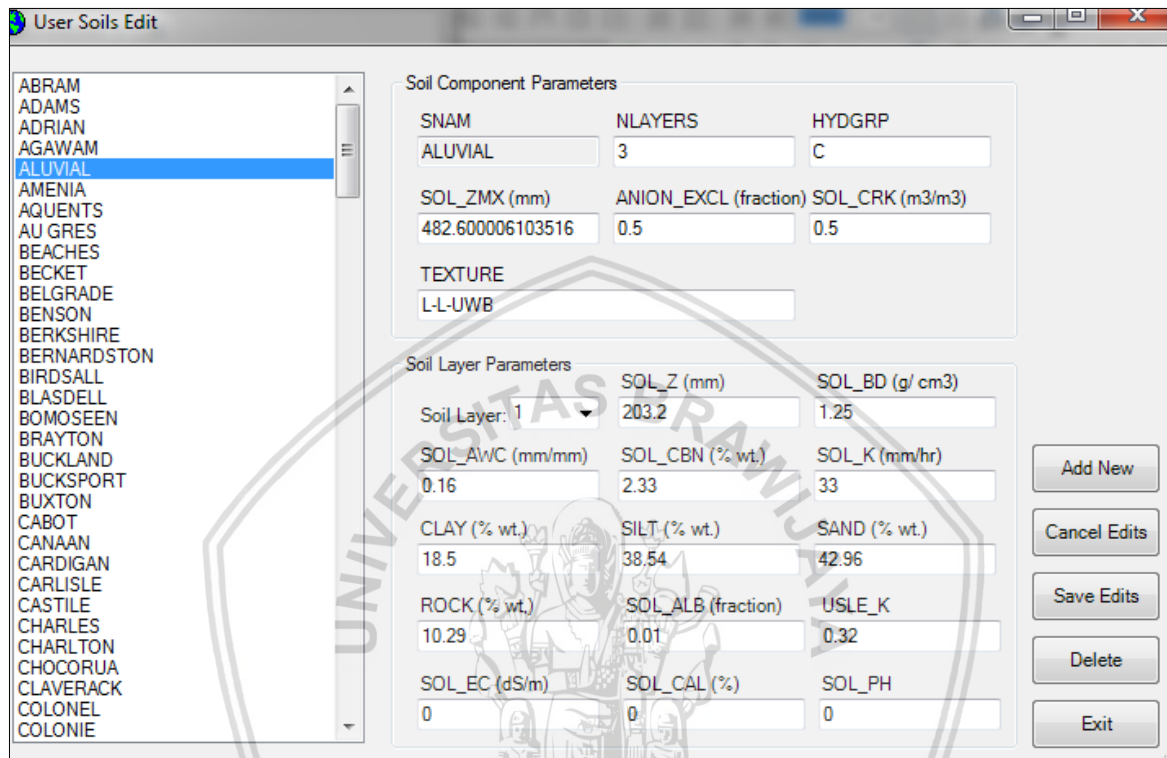
Nilai CN II untuk masing-masing tata guna lahan

No	Tata Guna Lahan	Nilai CN			
		A	B	C	D
1	Air Tawar	92	92	92	92
2	Belukar/ Semak	35	56	70	77
3	Empang	92	92	92	92
4	Kebun	67	78	85	89
5	Pemukiman	77	85	90	92
6	Rawa	92	92	92	92
7	Sawah Irigasi	63	75	83	87
8	Sawah Tadah Hujan	67	78	85	89
9	Tegalan	64	75	82	85
10	Hutan	36	56	70	77

Sumber : SWAT 2000 Theory

4.8.5.2. User Soil database

Pembuatan database diperlukan agar program mengenali data – data yang dibuat secara manual. Data tanah dimasukan melalui *user soil database* atau kedalam *file SWAT2012.mdb_user soil*. Tampilan seperti pada Gambar 4.22 Akan muncul setelah mengklik database yang terdapat pada ArcSWAT.



Gambar 4.25. Tampilan Menu *User soil database*

Sumber : ArcSWAT, 2018

a. Penentuan nilai K tanah

Pada pembuatan database user soil nilai K tanah dimasukkan berdasarkan jenis tanahnya . Sedangkan nilai-nilai K dan tingkat erodibilitas diperkirakan dengan melihat peta serta merujuk pada tabel-tabel yang tercantum pada referensi.

Tabel 4.34

Nilai K untuk masing-masing tanah di Das Konto

No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Aluvial	0.47
2	Latosol	0.31
3	Grumusol	0.21
4	Podsolik	0.16

Sumber : Arsyad (2009,p.144)

4.8.5.3. Angka kekasaran manning di lahan dan sungai

Koefisien kekasaran lahan dan sungai adalah salah satu parameter yang berpengaruh dalam perhitungan debit puncak limpasan yang terjadi pada fenomena limpasan permukaan yang terjadi dalam suatu kawasan DAS. Angka kekasaran manning di lahan merupakan masukan data untuk perhitungan waktu konsentrasi yang terjadi di lahan melalui *SWAT2012.mdb-crop*. Sedangkan angka kekasaran manning di sungai akan digunakan sebagai masukan data untuk perhitungan waktu konsentrasi aliran di sungai. Angka kekasaran manning di anak sungai dimasukkan melalui menu interface “*Write Subbasin General Data*” (*.sub) pada *toolbar input*, sedangkan angka kekasaran manning di sungai utama dimasukkan melalui menu “*Write Main Channel Data*” (*.rte). Hasil penentuan angka kekasaran manning tersebut dapat dilihat pada tabel 4.31 dan 4.32.

Tabel 4.35

Angka kekasaran manning untuk aliran sungai

No	Jenis Sungai	Tipe Saluran	Angka kekasaran manning
1	Anak sungai	Saluran alam : sedikit vegetasi, dasar saluran berkerikil dan berbatu atau tumbuhan bawah	0,05
2	Sungai Utama	Saluran alam: sedikit vegetasi, dasar saluran berkerikil dan berbatu	0,025

Sumber : Angka kekasaran manning untuk aliran di saluran (Chow, 1959,p.234)

Tabel 4.36

Angka kekasaran manning untuk aliran di lahan

No	Tata Guna Lahan	Angka kekasaran manning
1	Semak Belukar	0,15
2	Rawa	0,01
3	Hutan	0,1
4	Sawah Tadah Hujan	0,14
5	Sawah Irigasi	0,14
6	Perkebunan	0,14
7	Pemukiman	0,1

Lanjutan Tabel 4.36
Angka kekasaran manning untuk aliran di lahan

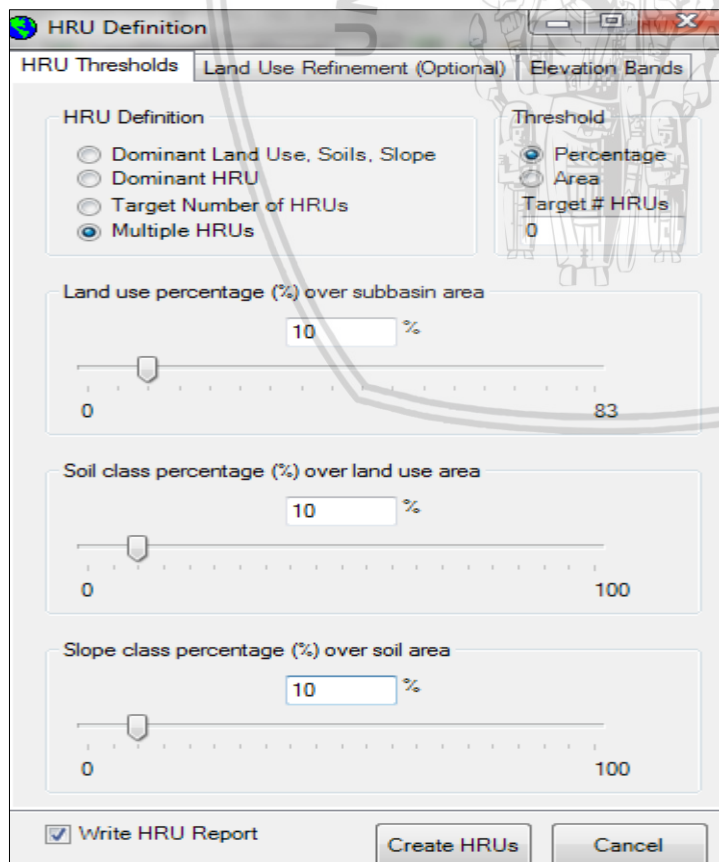
No	Tata Guna Lahan	Angka kekasaran manning
8	Tegalan	0,14
9	Air Tawar	0,01

Sumber : Angka kekasaran manning untuk aliran sungai (chow, 1959,p.321)

4.8.6 Pengelolaan HRU (*Hydrologic Response Unit*)

HRU adalah unit satuan lahan yang mendeskripsikan peta penutup lahan atau jenis tanah yang ada apada suatu sub DAS. Pada ArcSWAT terdapat suatu tool yaitu HRU definition yang berfungsi untuk menjelaskan luasan distribusi penutup lahan atau jenis apa saja yang ada dalam suatu sub DAS yang akan1dimodelkan.

Menu ini otomatis aktif1apabila1overlay antara peta tataguna lahan dengan peta jenis tanah pada menu landuse/soil/slope definition telah dilakukan dengan sempurna. Setelah proses overlay berhasil, maka selanjutnya klik menu HRU Analysis maka akan muncul pilihan HRU definition seperti yang1tampak pada1gambar1dibawah ini :



Gambar 4.26 Tampilan menu *HRU Definition*

Sumber : ArcSWAT, 2018

Pada jendela dialog terdapat empat menu pilihan. Masing-masing menu pilihan memiliki fungsi yang berbeda, berikut penjelasan tentang fungsivmasing-masing menu :

1. *Dominant Land Use, Soil , Slope*

Apabila pengguna memilih ini, maka1proses distribusi HRU pada masing-masing sub DAS nya akan memproses tataguna lahan, jenis tanah, dan kemiringan lereng yang1dominan. Tata guna lahan, jenis tanah, dan kemiringan lereng yang tidak dominan tidak diperhitungkan1pada proses selanjutnya.

2. Dominant HRU

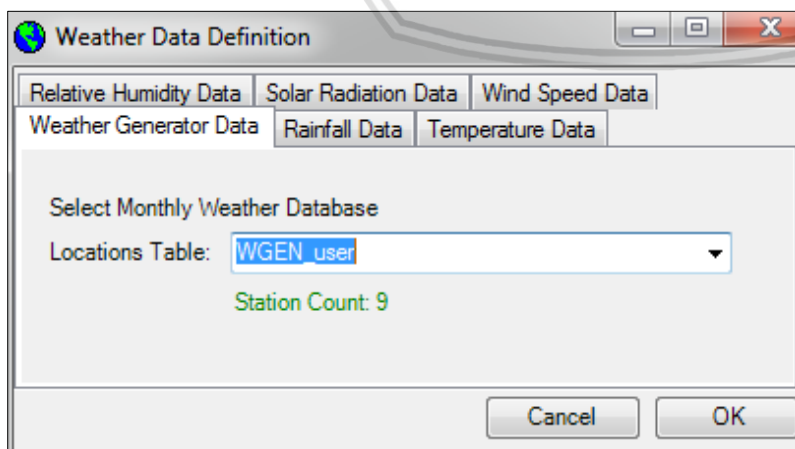
Apabila pengguna memilih menu ini, maka proses distribusi HRU hanya akan membuat satu HRU untuk setiap subDAS.

3. Multiple HRUs

Program ini akan mengenali semua HRU yang ada pada suatu sub DAS tergantung pada presentase cakupan luasan yang diberikan. Terdapat tiga presentasi cakupan luasan yang diberikan. Terdapat tiga1presentase cakupan luasan yang ditawarkan program, yaitu Land use percentage (%) over subbasin area, Soil class percentage (%) over land use area, dan slope class percentage (%) over soil area.

4.8.7. Pengolahan *Weather Station*

Program ArcSWAT membutuhkan informasi tentang hujan harian, temperature udara, kecepatan angina, kelembaban, dan radiasi matahari yang terdapat pada setiap stasiun cuaca. Data-data1ini dimasukan melalui menu *Write input tables-weather stasion* seperti yang tampak pada Gambar 4.24



Gambar 4.27 Tampilan Menu Weather Data Definition

Sumber : ArcSWAT, 2017

Format data-data ini yang diinput pada menu *Weather Data1Definition* juga harus sesuai dengan format yang diminta oleh program. Jika format data yang dimasukkan tidak sesuai dengan permintaan program, maka akan muncul kotak pemberitahuan.

Tabel 4.37.

Format data lokasi hujan

ID	NAME	LONG	LAT	ELEVATION
1	Jombok	112.372	-7.829	661
2	Kedungrejo	112.444	-7.865	1054
3	Ngantang	112.373	-7.857	618
4	Pujon	112.468	-7.843	1103

Sumber : Dinas Pengairan Jawa Timur

Tabel 4.38

Format data hujan harian untuk input *rainfall data* stasiun Ngantang

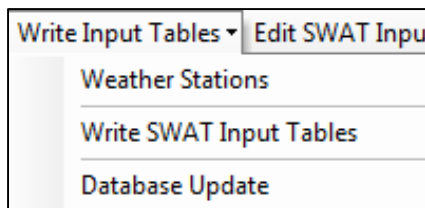
Date	PCP
20080101	45
20080102	15
20080103	10
20080104	16
20080105	145
20080106	7
20080107	8
20080108	3
20080109	0
20080110	0

Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Malang.

Pada saat pembuatan nama file dilakukan dalam format *(.dbf)* dan *(.txt)*, pengguna harus menyamakan singkatan antara singkatan nama lokasi stasiun hujan dengan mana file yang berisi data hujan. karena data hujan akan otomatis dibaca oleh program ketika input data stasiun hujan selesai dilakukan pada perintah *raingages*.

4.8.8. Pengelolaan *Write SWAT Input Tables*

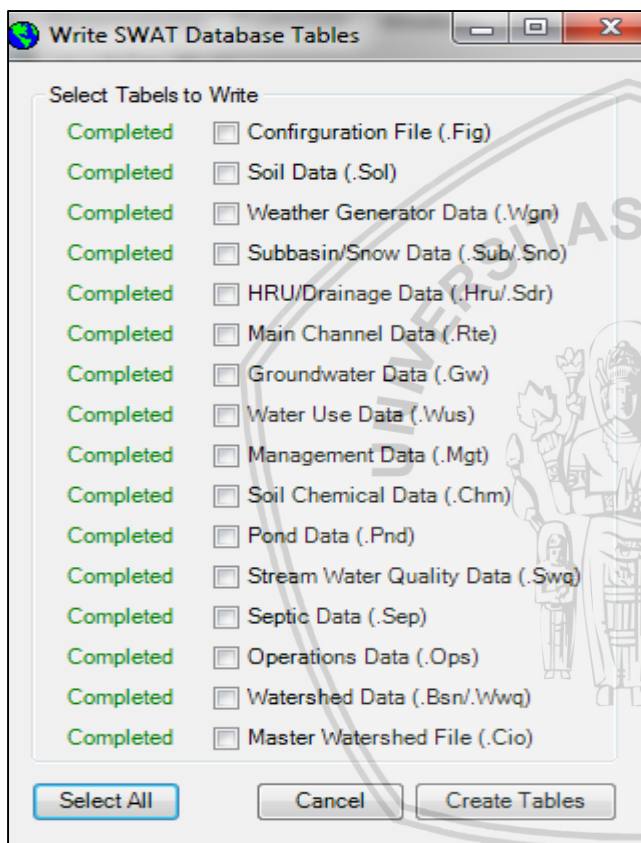
Perintah ini bertujuan untuk menghasilkan tabel hasil dari input data yang dilakukan sebelumnya. Gambar berikut ini merupakan menu *Write Input Tables* Perintah *write all* ini dilakukan setelah input data *weather station* berhasil dilakukan :



Gambar 4.28 Tampilan menu Write Input Tables

Sumber : ArcSWAT, 2018

Terdapat 16 parameter yang akan di bangun sebelum proses simulasi dilakukan. Berikut ini merupakan1 gambar *write SWAT1Database Tables*

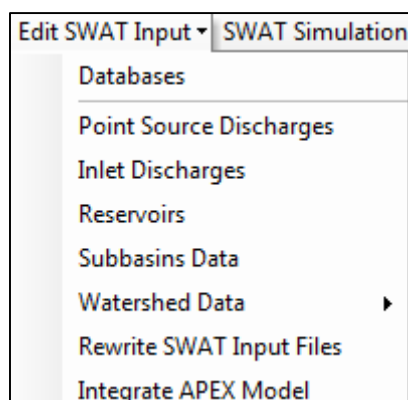


Gambar 4.29 Write SWAT Database Tables

Sumber : ArcSWAT, 2018

4.8.9. Edit SWAT Input

Menu Edit SWAT Input pada permodelan ArcSWAT merupakan fasilitas paket model untuk melakukan *editing parameter* yang sudah terbentuk. Tujuan dari menu edit ini adalah untuk kebutuhan kalibrasi dan verifikasi permodelan, yaitu untuk pencarian koefisien-koefisein parameter lahan DAS/Sub DAS sehingga menghasilkan hasil permodelan yang sesuai dengan nilai yang terukur dilapangan.



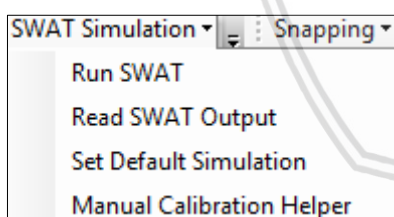
Gambar 4.30 Menu Edit SWAT Input

Sumber : ArcSWAT, 2018

Namun untuk kepentingan dan verifikasi, dominan terpakai adalah sub menu “*Subbasins Data*”. Selain untuk tujuan kalibrasi, menu “*Edit SWAT Input*” ini juga memberikan kemudahan kepada pengguna untuk memasukan informasi mengenai proses-proses fisik yang terjadi pada sub DAS melalui data manajemen lahan.

4.9. Simulasi ArcSWAT

Setelah semua data-data yang diminta program berhasil diinput dengan sempurna sesuai dengan tahapan-tahapan tersebut, maka simulasi baru bisa dilakukan. Simulasi ini bertujuan untuk memproses semua data masukan sehingga menghasilkan erosi dan sedimen yang terjadi di daerah studi. Simulasi tersebut menggunakan menu SWAT Simulation yang terdapat pada ArcSWAT. Berikut ini merupakan SWAT Simulation :

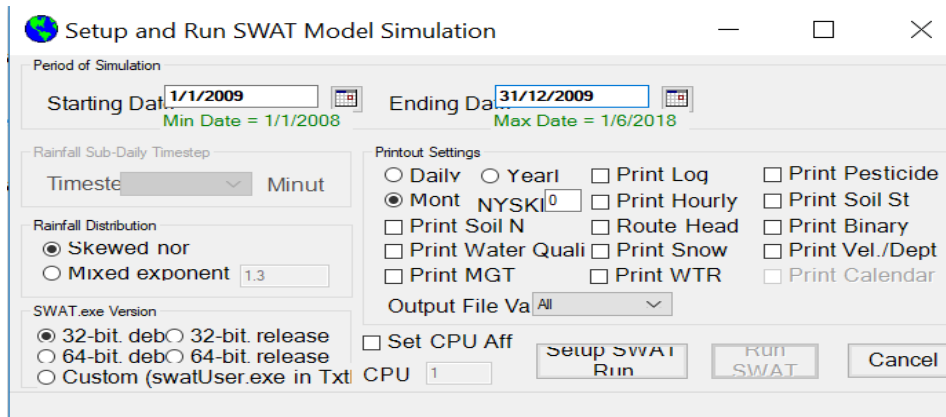


Gambar 4.31. Tampilan menu SWAT Simulation

Sumber : ArcSWAT, 2018

Perintah SWAT Simulation dipilih, kemudian pilih menu Run SWAT, maka akan muncul tampilan seperti gambar 4.29 Pada analisis ini maka menu Set Up and Run SWAT model simulation akan diisi sebagai berikut :

1. *Period of simulation* : 1 Januari 2008 – 31 Desember 2008
2. *Rainfall distribution* : Skewed normal
3. *Printout Setting* : Monthly
4. *SWAT.exe Version* : 64-bit, debug



Gambar 4.32 Tampilan menu *Setupan Run SWAT Model Simulation*

Sumber : ArcSWAT, 2018

Setelah semua perintah untuk menjalankan simulasi dimasukan, klik Setup SWAT Run, selanjutnya pilih Run SWAT. Maka program akan secara otomatis menjalankan simulasi.

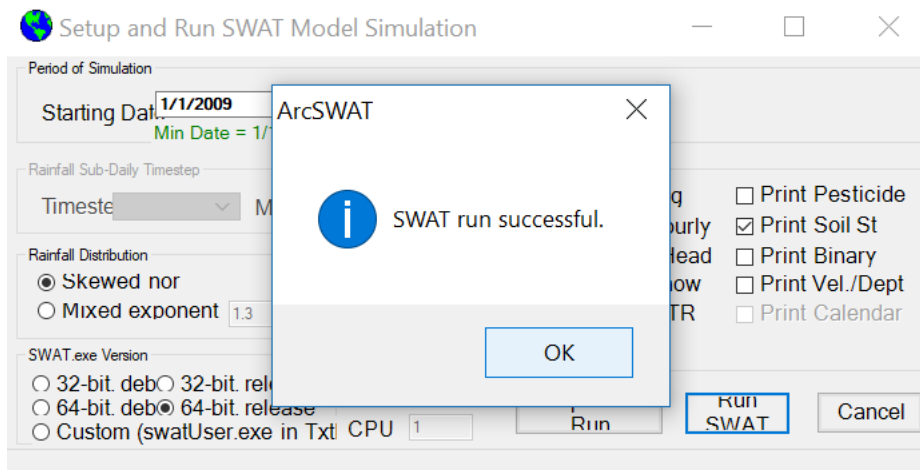
Tampilan simulasi akan ditampilkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.33. Tampilan menu simulasi ArcSWAT (Program reading from file.cio)

Sumber : ArcSWAT, 2018

Sebelum memulai proses simulasi, maka terlebih dahulu mengklik menu setup SWAT Run. Ketika run SWAT berjalan dengan sukses, maka akan muncul tampilan seperti pada gambar dibawah ini. Tampilan ini akan muncul secara otomatis setelah proses running berjalan dengan lancar.

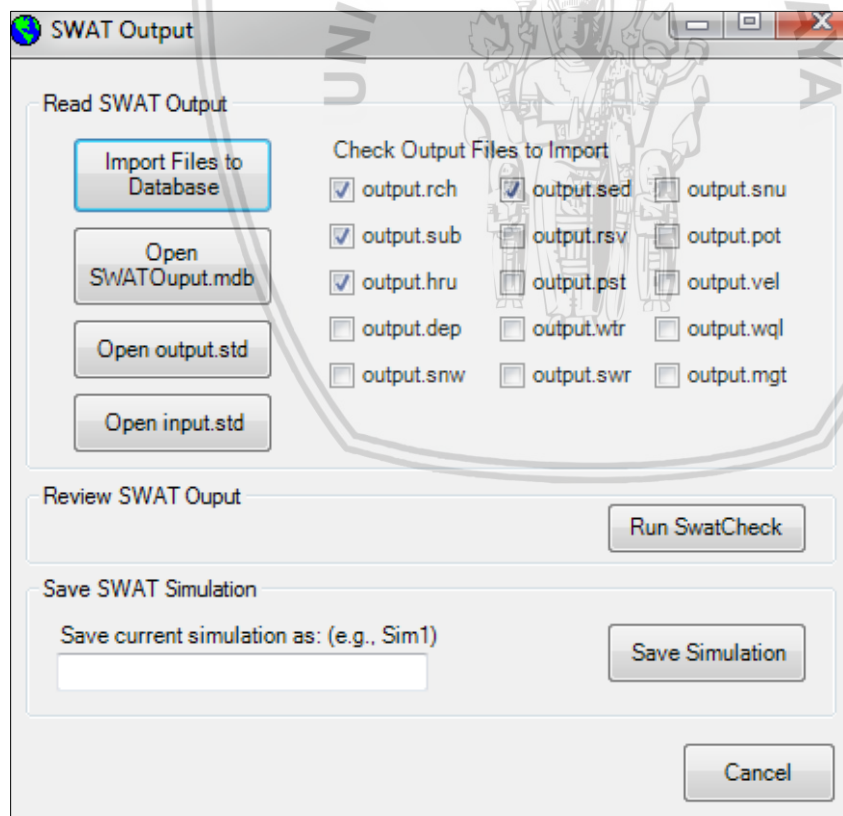


Gambar 4.34 Tampilan menu *SWAT run successful*

Sumber : ArcSWAT, 2018

4.10. Output ArcSWAT

Setelah run SWAT berhasil, untuk melihat hasil simulasi, klik pada menu *Read SWAT Output* untuk membaca output simulasi yang sudah selesai dijalankan. Tampilan menu *SWAT Output* dapat dilihat pada gambar 4.32 berikut ini



Gambar 4.35. Tampilan menu SWAT output

Sumber : ArcSWAT, 2018

Untuk melihat hasil output SWAT, pada bagian Check Output Files to Import ada 15 pilihan, namun hanya 4 menu saja yang dipilih yaitu *output.rch*, *output.sub*, *output.hru*, *output.sed*. setelah 4 menu tersebut dipilih klik *Import Files to Database*. Setelah proses import selesai simpan hasil simulasi dengan mengisina nama simulasi pada menu *save current simulation*, kemudian klik *simulation* maka hasil simulasi akan secara otomatis tersimpan di database ArcSWAT. Hasil simulasi juga bisa dilihat langsung pada menu *open SWATOutput.mdb* atau menu *Open Output.std*.

4.11 Hasil Simulasi

4.11.1. Hasil Simulasi Sebelum Kalibrasi

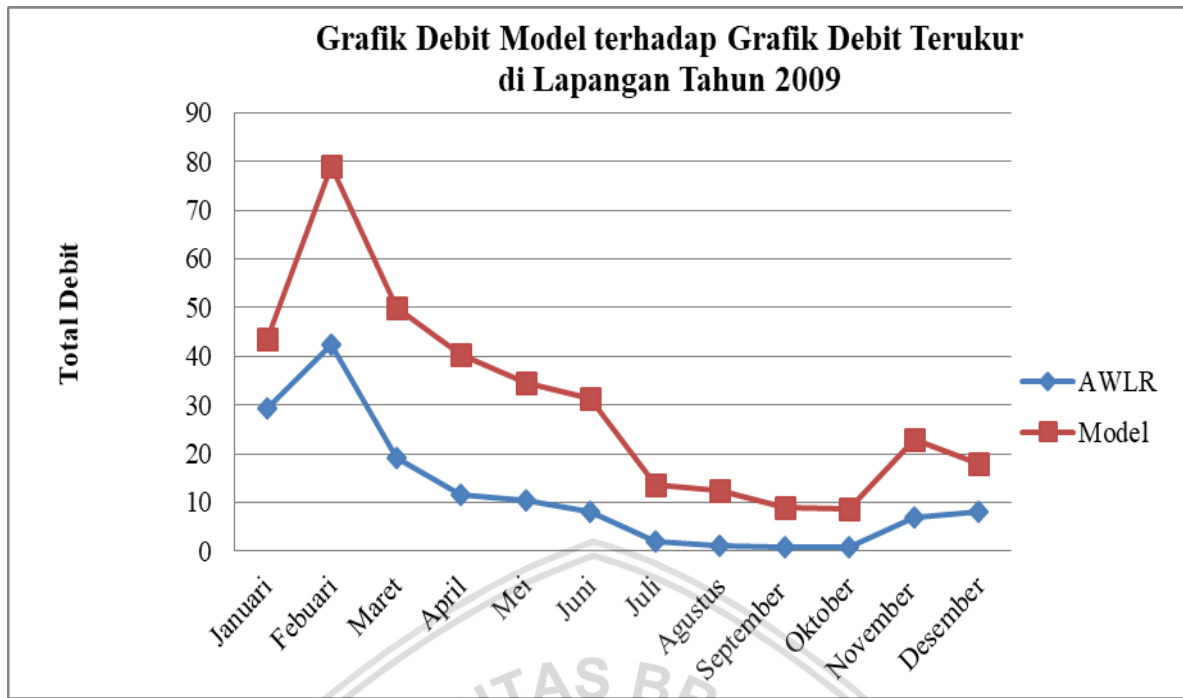
Kalibrasi pada DTA Waduk Selorejo dengan cara membandingkan debit pada AWLR yang terletak dekat dengan tubuh bendungan dan debit model yang berasal dari output ArcSWAT. Kalibrasi yang dilakukan kali ini berdasarkan peta tata guna lahan yang ada, yaitu tahun 2009 dan 2017. Berikut ini merupakan contoh hasil simulasi model sebelum dilakukan kalibrasi.

Tabel 4.39

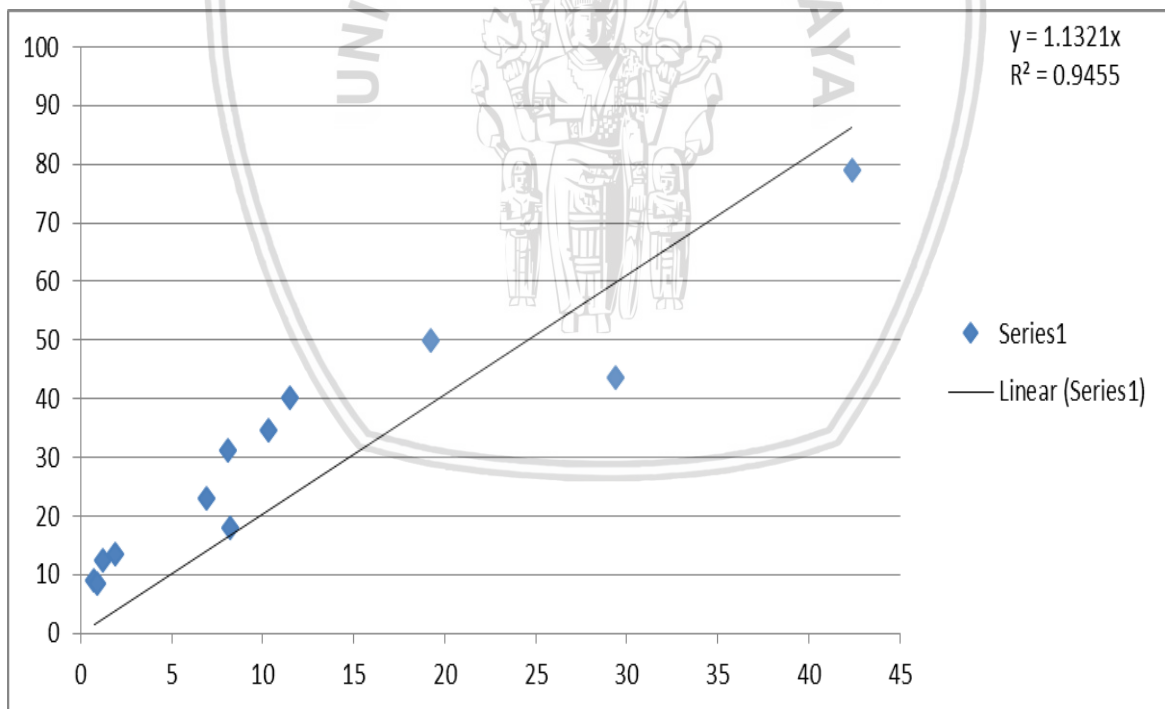
Hasil Simulasi Debit ArcSWAT sebelum kalibrasi tataguna lahan tahun 2009

Bulan	Total Debit		KR(%)
	AWLR	Model	QModel terhadap QAWLR
Januari	29.37	43.63	106.275
Februari	42.38	78.93	67.839
Maret	19.21	49.86	176.529
April	11.48	40.255	160.056
Mei	10.31	34.586	117.595
Juni	8.07	31.243	132.800
Juli	1.87	13.586	134.251
Agustus	1.23	12.343	298.142
September	0.723	9.012	294.848
Oktober	0.875	8.576	6.286
November	6.88	22.92	159.868
Desember	8.23	17.946	241.993

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017



Gambar 4.36 Grafik hasil simulasi debit ArcSWAT sebelum kalibrasi tahun 2007
Sumber : Hasil Analisis, 2018



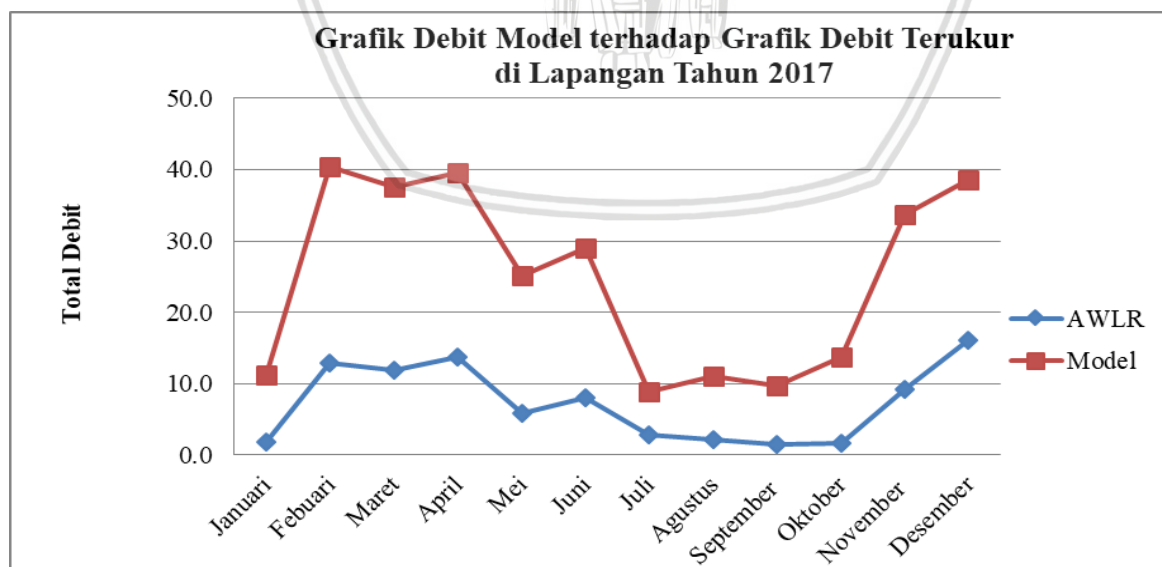
Gambar 4.37 Grafik Korelasi debit model terhadap data terukur dilapangan tahun 2009
Sebelum kalibrasi
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Tabel 4.40

Hasil Simulasi Debit ArcSWAT sebelum kalibrasi tata guna lahan tahun 2017

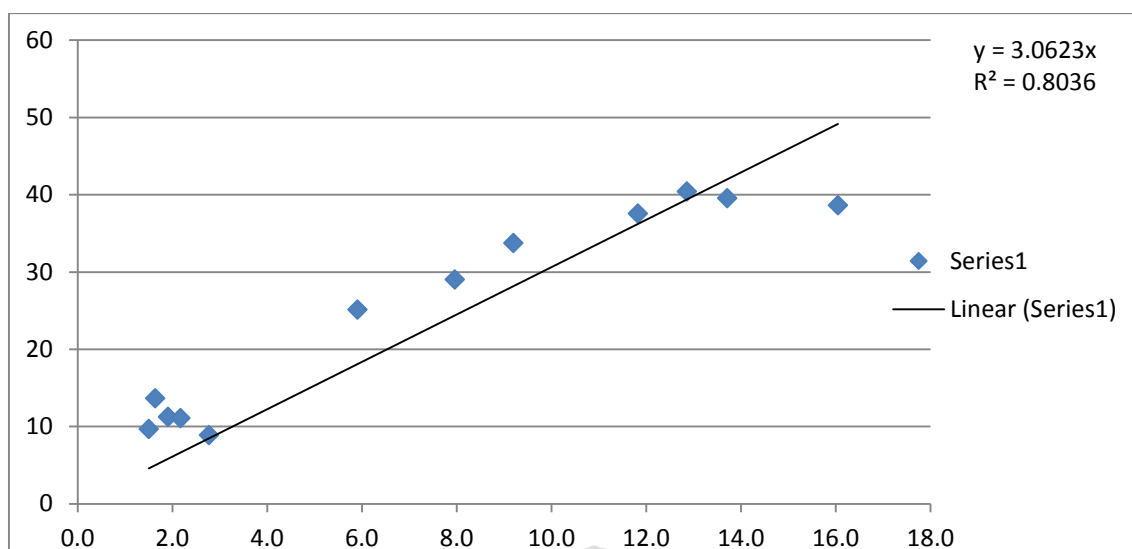
Bulan	Total Debit		KR(%)
	AWLR	Model	QModel terhadap QAWLR
Januari	1.9	11.245	394.967
Februari	12.9	40.43	154.872
Maret	11.8	37.56	137.226
April	13.7	39.54	136.551
Mei	5.9	25.144	324.803
Juni	8.0	29.019	264.475
Juli	2.8	8.909	505.630
Agustus	2.2	11.09	469.437
September	1.5	9.6877	526.955
Oktober	1.6	13.6599	632.508
November	9.2	33.757	237.233
Desember	16.1	38.64	175.018

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 4.38 Grafik hasil simulasi debit ArcSWAT sebelum kalibrasi tahun 2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 4.39 Grafik Korelasi debit model terhadap data terukur lapangan tahun 2017
Sebelum kalibrasi

Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.11.2 Kalibrasi Parameter Model

Untuk menguji dan mengetahui tingkat penerimaan dan aplikasi model SWAT perlu dilakukan kalibrasi terhadap model SWAT. Hasil disesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan pada DTA Waduk Selorejo.

Model SWAT mempunyai berbagai kelebihan karena mampu mengintegrasikan antar proses-proses hidrologi, berbasis data spasial, proses yang kontinyu dan dapat dikombinasikan dengan berbagai scenario perubahan lahan dan manajemen DAS. Sebelum program SWAT dapat diterima dan dapat diaplikasikan, diperlukan kalibrasi parameter yang sangat berpengaruh terhadap debit sungai.

Kalibrasi parameter dalam model dilakukan dengan cara coba – coba menyesuaikan *database* dari SWAT dengan kondisi lahan yang ada pada DTA Waduk Selorejo. Proses kalibrasi membutuhkan ketelitian dan ketepatan dalam mengevaluasi setiap perubahan hasil dari setiap perubahan nilai setiap parameter. Hal ini penting dilakukan untuk mengetahui apakah parameter yang diubah disebut memberi pengaruh terhadap hasil model yang akan dikontrol.

Dalam kalibrasi ini, penulis membatasi parameter yang akan diubah hasilnya. Perubahan – perubahan hanya dilakukan pada parameter tertentu yang berpengaruh besar pada perubahan nilai limpasan lahan dan debit air tanah. Penentuan nilainya berdasarkan pada besarnya nilai interval yang terdapat dalam parameter tersebut.

Jenis tata guna lahan yang ada di DTA Waduk Selorejo memiliki keberagaman yang sama sehingga dalam simulasi hasil ArcSWAT kali ini dilakukan proses kalibrasi pada tahun 2009 dan untuk tahun 2017 menggunakan hasil kalibrasi yang sama seperti pada tahun 2009. Sehingga diperoleh nilai-nilai kalibrasi seperti pada Tabel 4.41 berikut:

Tabel 4.41

Parameter input database untuk kalibrasi model ArcSWAT

No	Parameter	Deskripsi	Lower Bound	Upper Bound	Nilai Kalibrasi
1	Ch_K	Konduktivitas hidraulik sungai	0	150	128
2	Ch_N	Koefisien Kekasaran Manning	0.02	0.05	0.2
3	Shallst	Kedalaman air pada akuifer dangkal	0	5000	0
4	Deepst	Kedalaman air pada akuifer dalam	0	7500	7500
5	Cn	SCS Curve Number	35	98	77
6	Sol_Awc	Kapasitas air yang tersedia dalam tanah	0	1	0.01
7	Esco	Faktor penguapan air tanah	0	1	0.85
8	Epco	Faktor kompensasi serapan tumbuhan	0	1	0.2
9	Alpha_Bf	Nilai Alpha aliran dasar	0	0.3	0.048
10	Gw_Delay	Masa jeda air dalam tanah kembali ke sungai	0	500	5
11	Gw_Revap	Koefisien penguapan air tanah	0.02	0.2	0.02
12	GwQmin	Kedalaman batas ambang pada air dalam kedangkalan akuifer untuk aliran balik	0	5000	1000
13	Rchrg_DP	Nilai fraksi perkolasi akuifer dalam	0	1	0.05

Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.11.3 Hasil Simulasi Model Setelah Kalibrasi

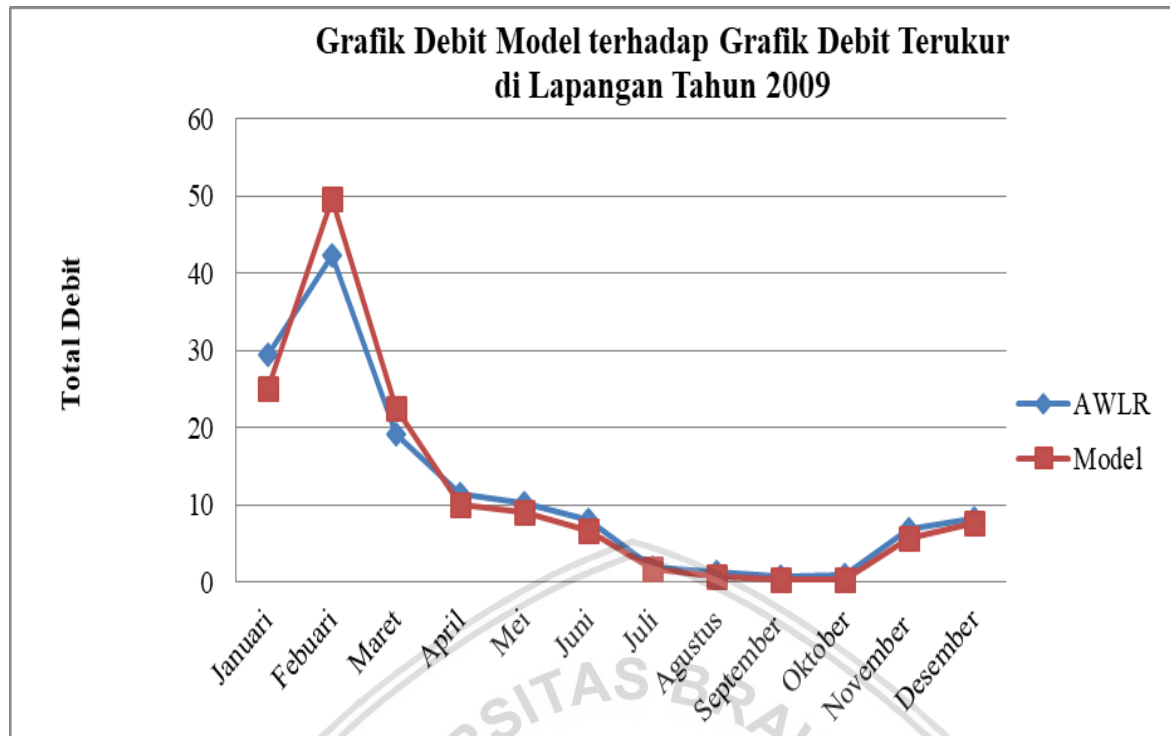
Kalibrasi parameter memberikan perubahan yang cukup signifikan terhadap perubahan debit model. Debit model yang dihasilkan secara umum sudah mendekati debit kontrol dengan nilai R^2 mendekati 1. Selanjutnya debit model setelah kalibrasi masing-masing periode dapat dilihat pada tabel 4.42 dan 4.43

Tabel 4.42

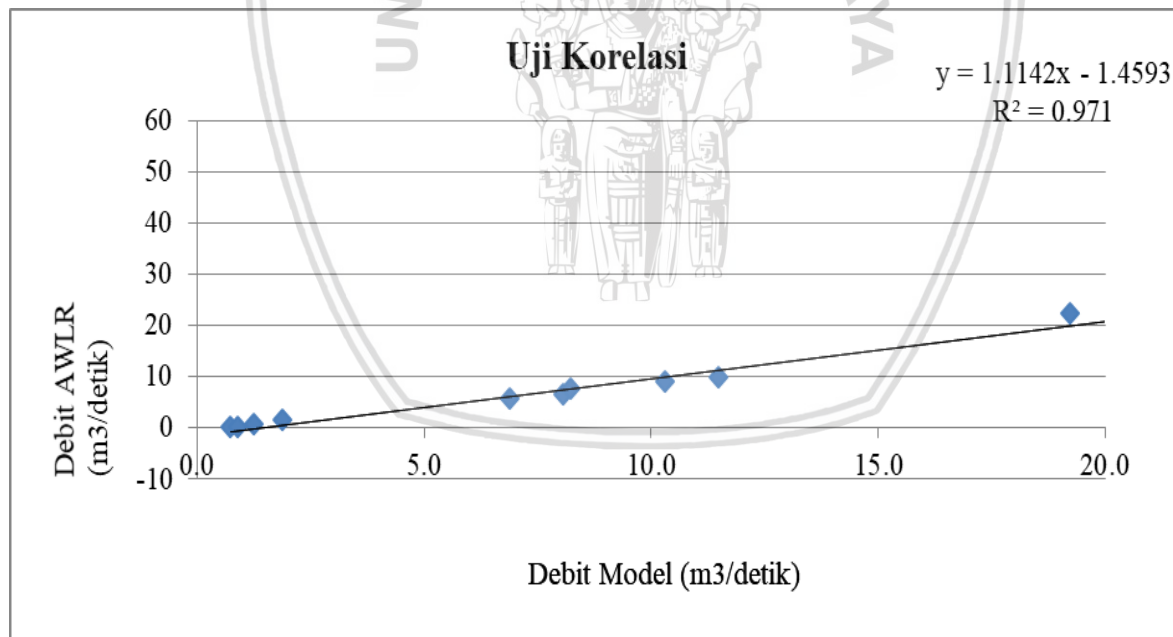
Hasil simulasi setelah kalibrasi debit ArcSWAT setelah kalibrasi pada tahun 2009

Bulan	Total Debit		KR(%)
	AWLR	Model	QModel terhadap QAWLR
Januari	29.4	25.06	14.675
Februari	42.4	49.66	17.178
Maret	19.2	22.46	16.918
April	11.5	9.965	13.197
Mei	10.3	9.132	11.426
Juni	8.1	6.663	17.435
Juli	1.9	1.678	10.267
Agustus	1.2	0.6391	48.041
September	0.7	0.2752	61.936
Oktober	0.9	0.2645	66.938
November	6.9	5.664	17.674
Desember	8.2	7.71	6.318

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 4.40 Grafik debit model terhadap data terukur tahun 2009 setelah kalibrasi
Sumber : Hasil Analisis, 2018



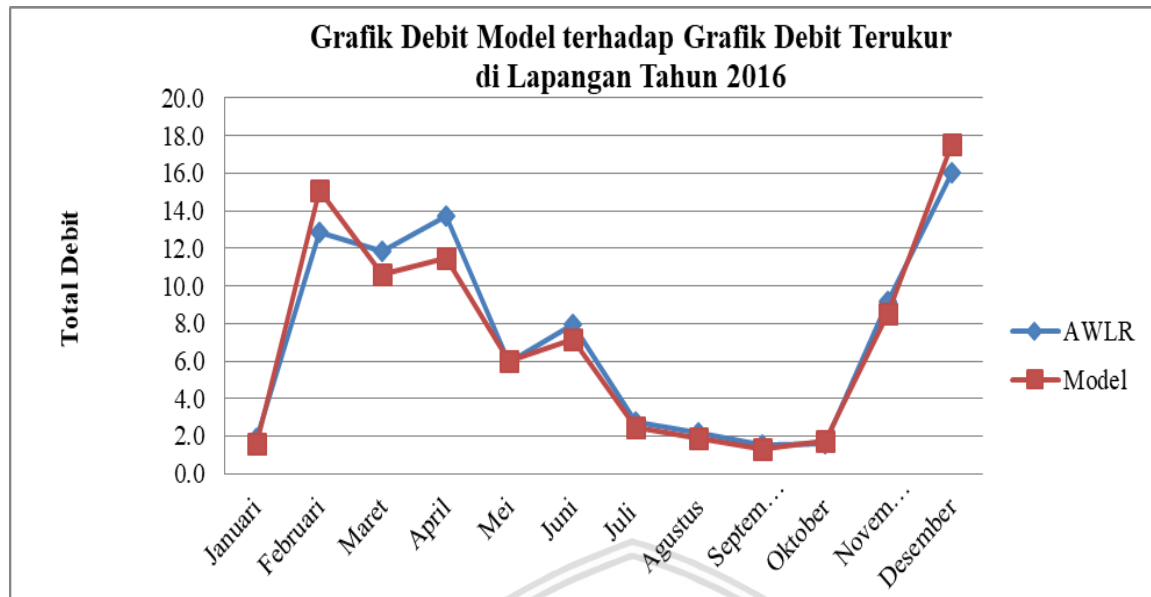
Gambar 4.41 Grafik Korelasi debit model terhadap data terukur dilapangan tahun 2009 setelah kalibrasi
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Tabel 4.43

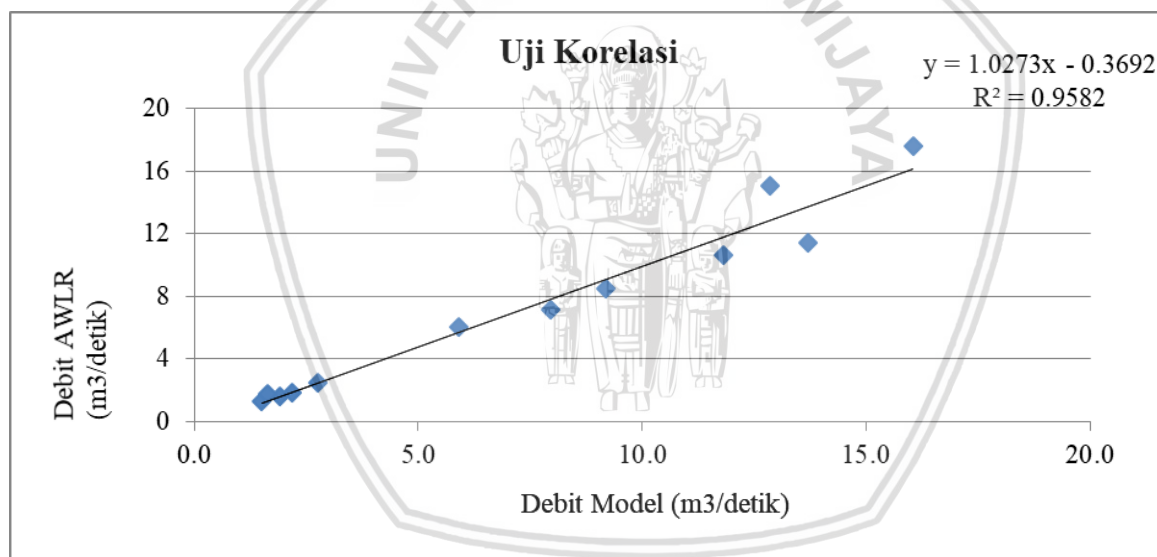
Hasil simulasi setelah kalibrasi debit ArcSWAT setelah kalibrasi pada tahun 2017

Bulan	Total Debit		KR(%)
	AWLR	Model	QModel terhadap QAWLR
Januari	1.9	1.619	15.236
Februari	12.9	15.07	17.185
Maret	11.8	10.65	9.975
April	13.7	11.45	16.484
Mei	5.9	6.038	2.166
Juni	8.0	7.164	10.000
Juli	2.8	2.453	11.444
Agustus	2.2	1.873	13.687
September	1.5	1.303	13.133
Oktober	1.6	1.773	8.110
November	9.2	8.502	7.587
Desember	16.1	17.57	9.470

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 4.42 Grafik debit model terhadap data terukur tahun 2017 setelah kalibrasi
Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 4.43 Grafik Korelasi debit model terhadap data terukur dilapangan tahun 2017
Sumber : Hasil Analisis , 2018

4.12 Output Pemodelan ArcSWAT 2012

Pada pembahasan hasil pemodelan ArcSWAT diambil parameter-parameter kualitas air dengan membandingkan hasil simulasi ArcSWAT dengan hasil pengukuran sampel kualitas air di lapangan. Sehingga diambil parameter-parameter pada ArcSWAT adalah sebagai berikut:

1. Main Channel Output File (*.RCH)
2. Sedimen Output File (*.SED)

3. Subbasin Output file (*.SUB)
4. Water Quality Output (*.WQL)



4.13 Hasil ArcSWAT

4.13.1 Kadar NO₃-N di Inflow tahun 2009

Tabel 4.44

Kadar NO₃-N di Inflow tahun 2009

No DAS	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
1	1.667	0.449	0.314	0.253	2.775	0.936	0.581	0.061	0.117	0.067	0.071	0.105	0.925
2	1.604	0.402	0.320	0.237	5.120	0.732	0.427	0.155	0.075	0.046	0.069	0.124	1.164
3	1.949	0.646	0.463	0.342	3.180	0.640	0.404	0.189	0.191	0.044	0.069	0.145	1.032
4	1.797	0.597	0.491	0.367	5.338	1.413	0.651	0.289	0.206	0.053	0.062	0.126	1.424
5	1.821	0.594	0.486	1.183	3.758	1.151	0.548	0.212	0.167	0.099	0.110	0.160	1.286
6	1.785	0.593	0.488	1.052	4.253	1.221	0.573	0.235	0.181	0.098	0.111	0.158	1.343
7	1.884	0.629	0.500	0.868	3.914	1.231	0.382	0.132	0.129	0.073	0.092	0.144	1.247
8	1.732	0.578	0.506	2.733	3.081	1.247	0.386	0.146	0.111	0.230	0.260	0.257	1.408
9	1.402	0.436	0.588	5.177	3.498	1.509	0.411	0.163	0.080	0.455	0.455	0.634	1.851
10	1.590	0.465	0.352	1.206	3.660	0.667	0.443	0.184	0.125	0.123	0.127	0.151	1.137
11	1.749	0.584	0.497	2.085	3.560	1.231	0.483	0.185	0.140	0.193	0.205	0.215	1.391
12	1.646	0.516	0.409	1.724	3.606	0.900	0.462	0.183	0.132	0.165	0.170	0.182	1.262
13	1.252	0.255	0.271	0.238	5.042	0.162	0.147	0.088	0.087	0.294	0.472	0.496	1.101
14	1.631	0.518	0.414	1.662	3.271	0.807	0.443	0.175	0.127	0.192	0.182	0.191	1.202
15	1.631	0.518	0.414	1.662	3.271	0.807	0.443	0.175	0.127	0.192	0.182	0.191	1.202
16	1.407	0.432	0.631	5.137	2.817	1.285	0.348	0.141	0.065	0.407	0.491	0.660	1.727
17	1.602	0.515	0.419	1.835	3.245	0.813	0.441	0.174	0.123	0.237	0.213	0.210	1.229
18	1.627	0.535	0.426	1.726	3.199	0.839	0.436	0.173	0.123	0.211	0.205	0.209	1.214
19	1.537	0.313	0.236	0.203	2.950	0.072	0.067	0.069	0.125	0.259	0.282	0.313	0.803
20	1.582	0.233	0.196	1.548	1.266	0.110	0.101	0.072	0.051	0.202	0.241	0.156	0.720

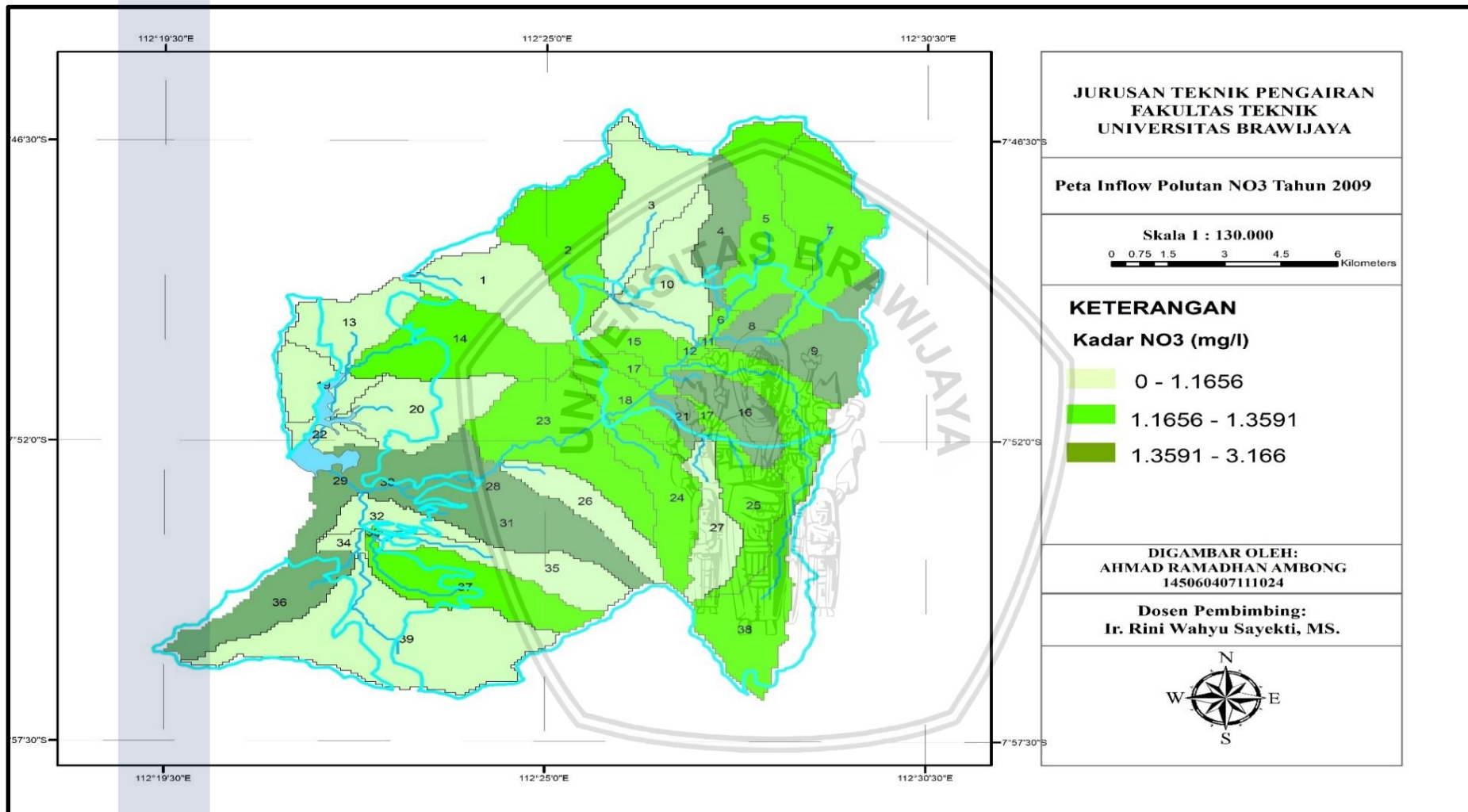
Lanjutan Tabel 4.44
Kadar NO₃-N di Inflow tahun 2009

No DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
21	2.018	0.739	0.497	0.417	3.346	1.173	0.319	0.124	0.121	0.132	2.607	0.161	1.457
22	1.460	0.274	0.219	0.730	2.541	0.081	0.072	0.070	0.109	0.241	1.723	0.262	0.973
23	1.661	0.547	0.431	1.669	3.185	0.870	0.440	0.172	0.124	0.113	0.695	0.202	1.264
24	1.960	0.715	0.513	0.447	4.053	1.583	0.703	0.190	0.133	0.030	0.413	0.131	1.359
25	2.013	0.726	0.501	0.413	3.899	1.444	0.347	0.113	0.099	0.023	0.977	0.097	1.332
26	2.003	0.673	0.460	0.389	2.349	1.154	0.452	0.147	0.155	0.042	0.781	0.150	1.094
27	2.161	0.772	0.492	-0.407	2.586	0.881	0.274	0.127	0.157	0.034	1.683	0.153	1.114
28	1.675	0.554	0.431	1.635	3.067	0.861	0.439	0.173	0.131	0.107	16.055	0.202	3.166
29	1.543	0.951	0.917	1.487	0.848	1.412	1.385	0.765	0.825	0.592	1.579	0.620	1.615
30	1.691	0.553	0.426	1.653	3.063	1.860	1.439	0.174	0.132	0.104	0.939	0.197	1.529
31	1.896	0.615	0.436	0.360	3.830	1.124	0.555	0.137	0.116	0.055	2.196	0.093	1.427
32	1.440	0.312	0.204	0.770	3.822	0.372	0.130	0.077	0.092	0.134	1.201	0.131	1.086
33	1.880	0.636	0.421	0.870	2.457	0.622	0.301	0.125	0.143	0.180	1.616	0.257	1.189
34	1.495	0.218	0.141	0.612	4.124	0.337	0.069	0.054	0.066	0.078	0.858	0.108	1.020
35	1.985	0.680	0.436	0.368	2.380	0.628	0.260	0.136	0.163	0.048	0.237	0.150	0.934
36	1.662	0.259	0.141	0.101	7.219	0.281	0.002	0.000	0.001	0.002	4.912	0.043	1.828
37	1.899	0.613	0.419	1.159	2.440	0.735	0.326	0.116	0.129	0.236	1.304	0.326	1.213
38	1.725	0.540	0.443	1.437	2.201	0.473	0.224	0.114	0.121	0.105	1.801	0.219	1.175
Jumlah	66.578	20.392	16.092	46.076	131.717	34.018	16.004	6.082	5.378	5.985	45.824	8.453	402.59
Rerata	1.707	0.523	0.413	1.181	3.377	0.872	0.410	0.356	0.538	0.545	1.175	0.217	1.290

Sumber: hasil analisa, 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.44 Peta Inflow Polutan NO3 Tahun 2009

Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.13.2. Hasil Simulasi NO₃-N di Inflow Tahun 2017

Tabel 4.45

Hasil Simulasi NO₃-N di Inflow Tahun 2017

No DAS	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
1	2.009	0.709	0.326	0.226	1.283	0.446	2.028	0.158	0.137	0.427	0.491	0.494	0.728
2	1.737	0.597	0.279	0.627	1.520	0.327	2.491	0.141	0.180	1.024	0.807	0.606	0.861
3	2.351	0.779	0.515	0.350	0.171	1.768	0.494	0.355	1.075	0.944	2.158	1.262	1.019
4	2.187	0.685	0.465	0.331	0.165	2.820	0.595	0.404	0.781	0.847	1.571	0.849	0.975
5	2.114	0.615	0.426	0.310	0.574	2.159	0.620	0.473	1.014	1.205	2.096	1.144	1.062
6	2.105	0.626	0.433	0.314	0.500	2.295	0.608	0.458	0.937	1.247	2.014	1.079	1.051
7	2.209	0.672	0.462	0.328	0.455	2.045	0.537	0.298	0.810	1.159	2.126	1.172	1.023
8	1.951	0.527	0.383	0.290	1.146	1.429	0.520	0.376	0.751	2.276	2.883	1.385	1.160
9	1.563	0.331	0.282	0.246	1.846	0.951	0.515	0.511	0.625	4.398	4.398	1.755	1.452
10	1.519	0.528	0.278	0.517	1.627	1.612	2.079	0.200	0.261	1.177	1.434	0.955	1.016
11	2.016	0.569	0.404	0.300	0.883	1.783	0.556	0.410	0.828	1.820	2.503	1.254	1.111
12	1.544	0.514	0.306	0.433	1.484	1.724	1.614	0.243	0.359	1.370	1.812	1.075	1.040
13	1.179	0.329	0.236	1.858	0.335	0.044	0.187	0.113	0.372	2.505	1.308	1.046	0.793
14	1.920	0.619	0.294	0.857	0.181	0.041	0.207	0.132	0.260	1.718	1.385	1.113	0.727
15	1.540	0.517	0.318	0.408	1.379	1.546	1.438	0.239	0.371	1.477	1.970	1.133	1.028
16	1.427	0.277	0.255	0.232	1.861	0.651	0.491	0.490	0.547	4.106	4.154	1.632	1.343
17	1.522	0.508	0.316	0.398	1.438	1.461	1.398	0.244	0.376	1.596	2.090	1.185	1.044
18	1.546	0.558	0.344	0.391	1.358	1.540	1.334	0.250	0.390	1.674	2.030	1.203	1.051
19	1.571	0.529	0.264	1.179	0.182	0.117	0.201	0.137	0.390	2.037	1.467	1.087	0.763
20	1.447	0.494	0.387	0.278	0.685	0.500	0.342	0.312	1.270	3.383	3.480	1.403	1.165
21	2.734	1.050	0.631	0.378	0.355	1.996	0.638	0.288	0.547	1.964	1.385	1.213	1.08

Lanjutan Tabel 4.45

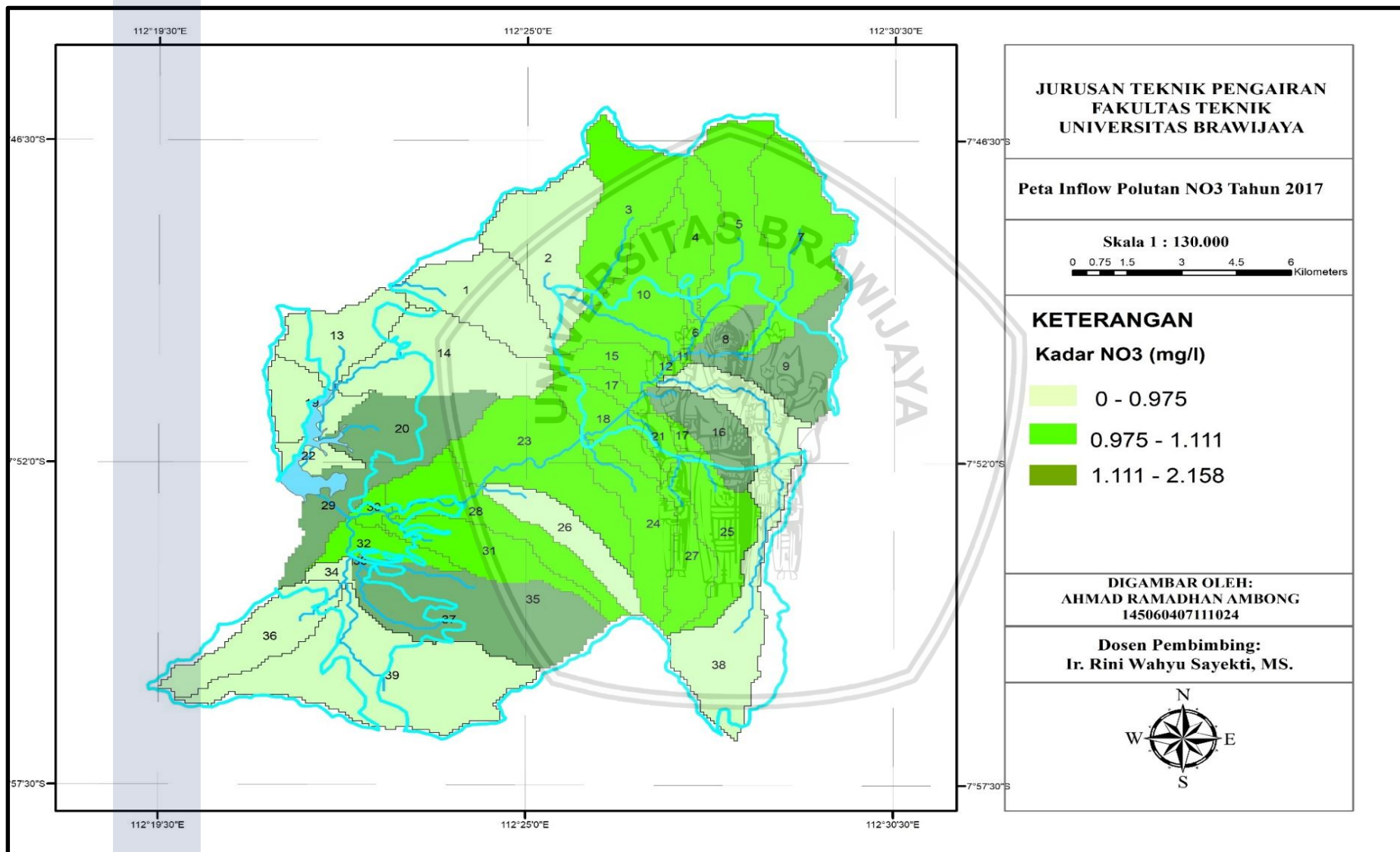
Hasil Simulasi NO₃-N di Inflow Tahun 2017

No DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
22	1.400	0.483	0.259	1.047	0.472	0.165	0.212	0.144	0.435	2.257	1.785	1.125	0.816
23	1.519	0.528	0.278	0.517	1.627	1.612	2.079	0.200	0.261	1.177	1.434	0.955	1.016
24	1.577	0.603	0.369	0.384	1.254	1.712	1.299	0.265	0.417	1.638	1.856	1.189	1.047
25	2.776	1.072	0.624	0.374	0.153	2.857	0.872	0.386	0.251	1.748	0.992	0.820	1.077
26	2.680	0.989	0.595	0.365	0.149	2.354	0.680	0.281	0.445	1.160	0.916	0.934	0.962
27	2.877	1.184	0.714	-0.409	0.162	1.749	0.576	0.241	0.629	1.937	1.318	1.291	1.023
28	1.558	0.637	0.386	0.382	1.210	1.650	1.258	0.266	0.488	1.677	1.845	1.232	1.049
29	1.985	0.620	0.975	0.942	1.601	1.571	1.086	1.165	0.815	1.919	1.808	1.918	1.367
30	1.388	0.645	0.389	0.379	1.185	1.683	1.255	0.270	0.497	1.720	1.777	1.199	1.032
31	2.130	0.931	0.553	0.311	0.126	2.560	1.233	0.429	0.870	0.921	0.527	0.932	0.960
32	1.251	0.580	0.396	0.254	1.048	1.102	0.432	0.259	1.154	2.418	2.038	0.896	0.986
33	2.248	1.005	0.596	0.346	0.564	1.452	0.772	0.389	1.196	3.464	12.012	1.850	2.158
34	1.094	0.471	0.335	0.230	1.250	0.374	0.269	0.168	1.098	1.389	1.560	0.581	0.735
35	2.579	1.055	0.640	0.367	0.145	1.771	0.650	0.387	1.389	1.567	1.058	1.746	1.113
36	1.130	0.516	0.359	0.236	2.098	0.340	0.180	0.075	0.054	0.060	0.288	0.180	0.460
37	2.277	0.971	0.565	0.332	0.822	1.248	0.874	0.393	1.057	4.278	3.197	1.951	1.497
38	1.992	0.557	0.401	0.290	0.638	1.100	0.418	0.242	0.495	1.503	2.305	0.911	0.904
Jumlah	71.760	25.346	16.366	16.829	34.910	52.931	33.333	11.987	25.201	70.814	82.000	44.436	40.493
Rerata	1.840	0.650	0.420	0.432	0.895	1.357	0.855	0.307	0.646	1.816	2.103	1.139	1.038

Sumber : Hasil Analisis , 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.45 Peta Inflow Polutan NO3 Tahun 2017
Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.13.3 Kadar Total Phospat di Inflow tahun 2009

Tabel 4.46

Kadar Total Phospat di Inflow tahun 2009

No												
DAS	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0.448	0.008	0.024	0.015	0.000	0.000	0.001	0.048	0.018	0.001	0.004	0.005
2	0.814	0.005	0.034	0.020	0.000	0.000	0.000	0.152	0.105	0.016	0.094	0.121
3	0.701	0.011	0.099	0.004	0.000	0.000	0.001	0.001	0.105	0.003	0.008	0.006
4	0.622	0.027	0.178	0.048	0.006	0.000	0.001	0.001	0.129	0.004	0.011	0.008
5	0.672	0.018	0.128	0.018	0.002	0.000	0.001	0.001	0.121	0.051	0.170	0.119
6	0.616	0.025	0.184	0.064	0.046	0.009	0.001	0.001	0.164	0.045	0.147	0.104
7	0.689	0.014	0.111	0.009	0.001	0.000	0.001	0.001	0.138	0.040	0.132	0.090
8	0.487	0.060	0.313	0.109	0.016	0.003	0.001	0.001	0.065	0.151	0.482	0.333
9	0.082	0.131	0.888	0.352	0.032	0.008	0.001	0.001	0.059	0.225	0.225	0.539
10	0.617	0.018	0.183	0.126	0.165	0.021	0.000	0.097	0.200	0.086	0.275	0.200
11	0.529	0.046	0.271	0.119	0.049	0.006	0.001	0.001	0.099	0.126	0.357	0.246
12	0.579	0.032	0.221	0.138	0.127	0.014	0.000	0.035	0.152	0.114	0.338	0.228
13	0.494	0.042	0.079	0.048	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.048	0.434	0.520
14	0.382	0.043	0.075	0.050	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.006	0.104	0.116
15	0.538	0.032	0.256	0.206	0.273	0.035	0.000	0.030	0.157	0.182	0.388	0.254
16	0.860	0.054	0.345	0.100	0.009	0.002	0.001	0.001	0.033	0.257	0.833	0.610
17	0.570	0.034	0.258	0.205	0.262	0.033	0.000	0.028	0.128	0.232	0.458	0.294
18	0.581	0.032	0.240	0.192	0.246	0.029	0.000	0.026	0.106	0.225	0.447	0.294
19	0.355	0.057	0.482	0.372	0.529	0.075	0.000	0.073	0.169	0.008	0.127	0.175
20	0.630	0.014	0.448	0.596	1.069	0.369	0.000	0.261	0.532	0.062	0.453	0.199

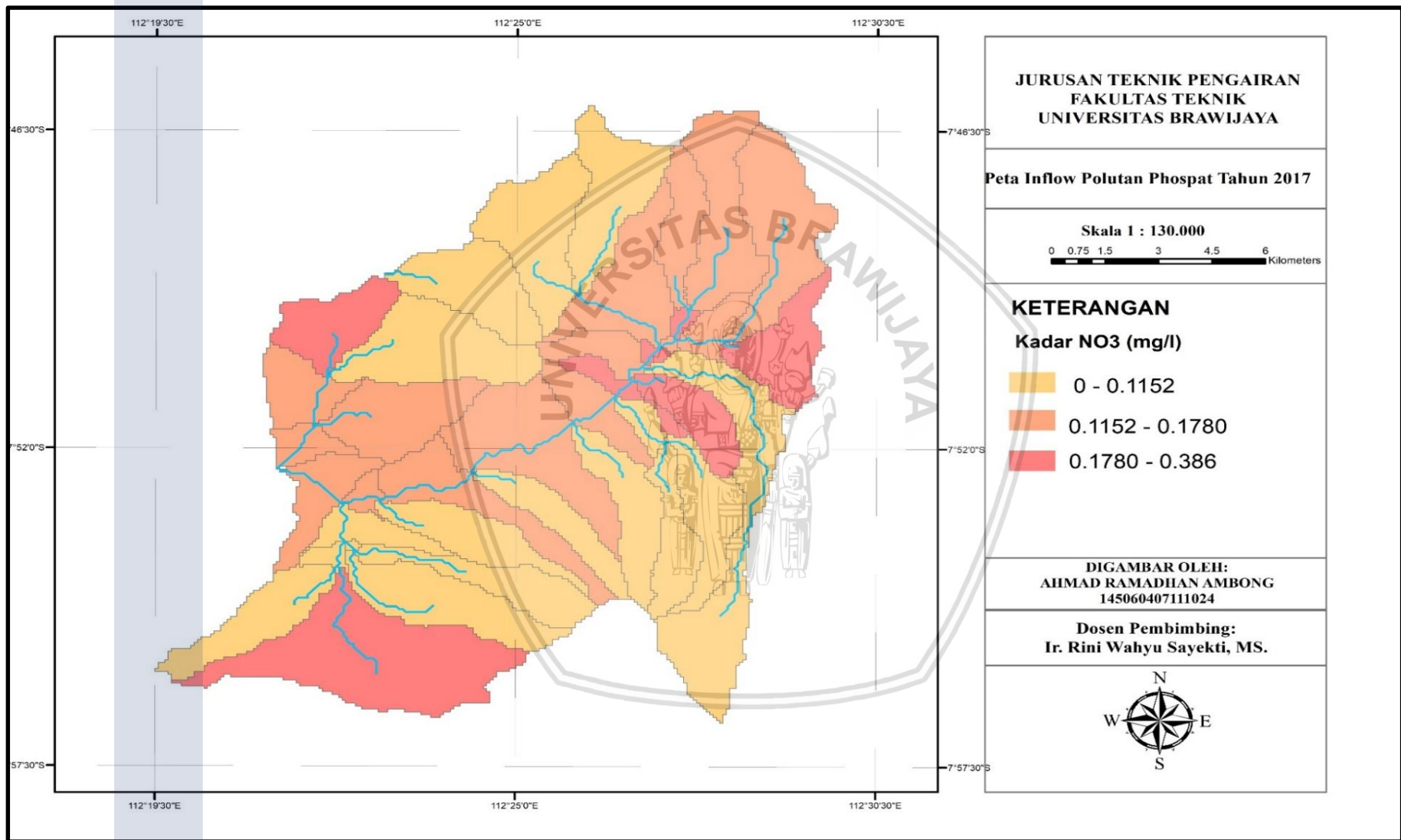
Lanjutan Tabel 4.46
Kadar Total Phospat di Inflow tahun 2009

No												
DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
21	0.938	0.020	0.122	0.026	0.008	0.001	0.001	0.001	0.088	0.128	0.177	0.148
22	0.018	0.094	1.123	0.890	0.948	0.174	0.086	0.089	0.193	0.018	0.241	0.185
23	1.001	0.029	0.220	0.188	0.236	0.026	0.126	0.025	0.100	0.087	0.364	0.258
24	0.957	0.012	0.081	0.007	0.003	0.000	0.114	0.001	0.105	0.005	0.009	0.010
25	0.976	0.013	0.083	0.007	0.001	0.000	0.048	0.001	0.118	0.006	0.010	0.011
26	0.525	0.095	0.628	0.060	0.025	0.001	0.006	0.001	0.026	0.002	0.004	0.004
27	0.946	0.012	0.079	-0.004	0.001	0.000	0.182	0.001	0.102	0.006	0.008	0.009
28	0.903	0.040	0.292	0.202	0.249	0.025	0.257	0.023	0.057	0.067	0.321	0.237
29	0.327	0.086	0.181	0.183	0.185	0.311	0.182	0.049	0.073	0.096	0.220	0.145
30	1.267	0.042	0.301	0.209	0.154	0.024	0.000	0.022	0.050	0.064	0.244	0.232
31	0.759	0.095	0.567	0.138	0.062	0.001	0.001	0.001	0.015	0.001	0.002	0.003
32	0.831	0.031	0.182	0.151	0.207	0.042	0.000	0.129	0.230	0.041	0.197	0.098
33	0.915	0.058	0.368	0.177	0.087	0.003	0.001	0.001	0.010	0.031	0.120	0.089
34	0.364	0.025	0.085	0.071	0.130	0.027	0.000	0.083	0.138	0.015	0.125	0.061
35	0.833	0.082	0.632	0.347	0.136	0.002	0.001	0.001	0.020	0.002	0.003	0.003
36	0.366	0.004	0.016	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008	0.006
37	0.790	0.046	0.232	0.084	0.033	0.002	0.001	0.001	0.006	0.040	0.105	0.115
38	1.403	0.038	0.501	0.376	0.513	0.100	0.001	0.001	0.236	0.060	0.213	0.000
Jumlah	25.649	1.556	10.558	5.930	5.815	1.346	1.018	1.188	4.050	2.564	8.001	6.145
Rerata	0.675	0.040	0.271	0.152	0.149	0.035	0.060	0.030	0.104	0.066	0.205	0.158

Sumber : Hasil Analisis , 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.46 Peta Inflow Phospat Tahun 2009

Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.13.4. Hasil Simulasi Phospat di Inflow Tahun 2017

Tabel 4.47.

Hasil Simulasi Phospat di Inflow Tahun 2017

No DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
1	0.087	0.328	0.027	0.000	0.000	0.004	0.010	0.003	0.003	0.009	0.006	0.007	0.040
2	0.157	0.021	0.003	0.000	0.000	0.005	0.013	0.003	0.070	0.316	0.148	0.125	0.072
3	0.211	0.389	0.019	0.004	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.043	0.060	0.015	0.062
4	0.198	1.064	0.150	0.055	0.007	0.003	0.000	0.002	0.000	0.048	0.082	0.018	0.136
5	0.199	0.829	0.110	0.036	0.002	0.003	0.000	0.002	0.000	0.095	0.250	0.208	0.145
6	0.021	0.626	0.433	0.314	0.500	2.295	0.061	0.046	0.094	0.125	0.201	0.108	0.402
7	0.206	0.620	0.052	0.016	0.001	0.003	0.000	0.002	0.000	0.093	0.233	0.177	0.117
8	0.170	0.169	0.352	0.146	0.011	0.005	0.000	0.001	0.000	0.275	0.650	0.505	0.190
9	0.183	0.271	0.785	0.373	0.029	0.009	0.000	0.002	0.000	0.401	0.401	0.927	0.282
10	0.230	0.623	0.091	0.045	0.004	0.008	0.012	0.004	0.065	0.310	0.341	0.268	0.167
11	0.173	0.139	0.262	0.105	0.008	0.005	0.000	0.001	0.000	0.217	0.480	0.366	0.146
12	0.226	1.011	0.161	0.078	0.007	0.008	0.009	0.004	0.050	0.312	0.423	0.335	0.218
13	0.109	0.642	0.122	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.164	0.733	0.457	0.457	0.224
14	0.076	0.551	0.099	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.050	0.195	0.124	0.155	0.104
15	0.218	0.136	0.168	0.079	0.007	0.008	0.009	0.003	0.046	0.289	0.472	0.359	0.149
16	0.186	0.232	0.480	0.190	0.011	0.004	0.048	0.001	0.000	0.464	1.173	1.070	0.322
17	0.212	1.596	0.181	0.085	0.007	0.008	0.008	0.003	0.044	0.310	0.543	0.415	0.284
18	0.193	0.235	0.173	0.080	0.008	0.007	0.008	0.003	0.042	0.304	0.542	0.391	0.165
19	0.097	0.184	0.395	0.176	0.025	0.003	0.001	0.001	0.080	0.382	0.225	0.229	0.150
20	0.108	0.300	0.113	0.018	0.004	0.006	0.004	0.001	0.000	0.134	0.697	0.796	0.182
21	0.105	0.151	0.087	0.022	0.008	0.003	0.000	0.002	0.098	0.090	0.344	0.127	0.086

Lanjutan Tabel 4.47.

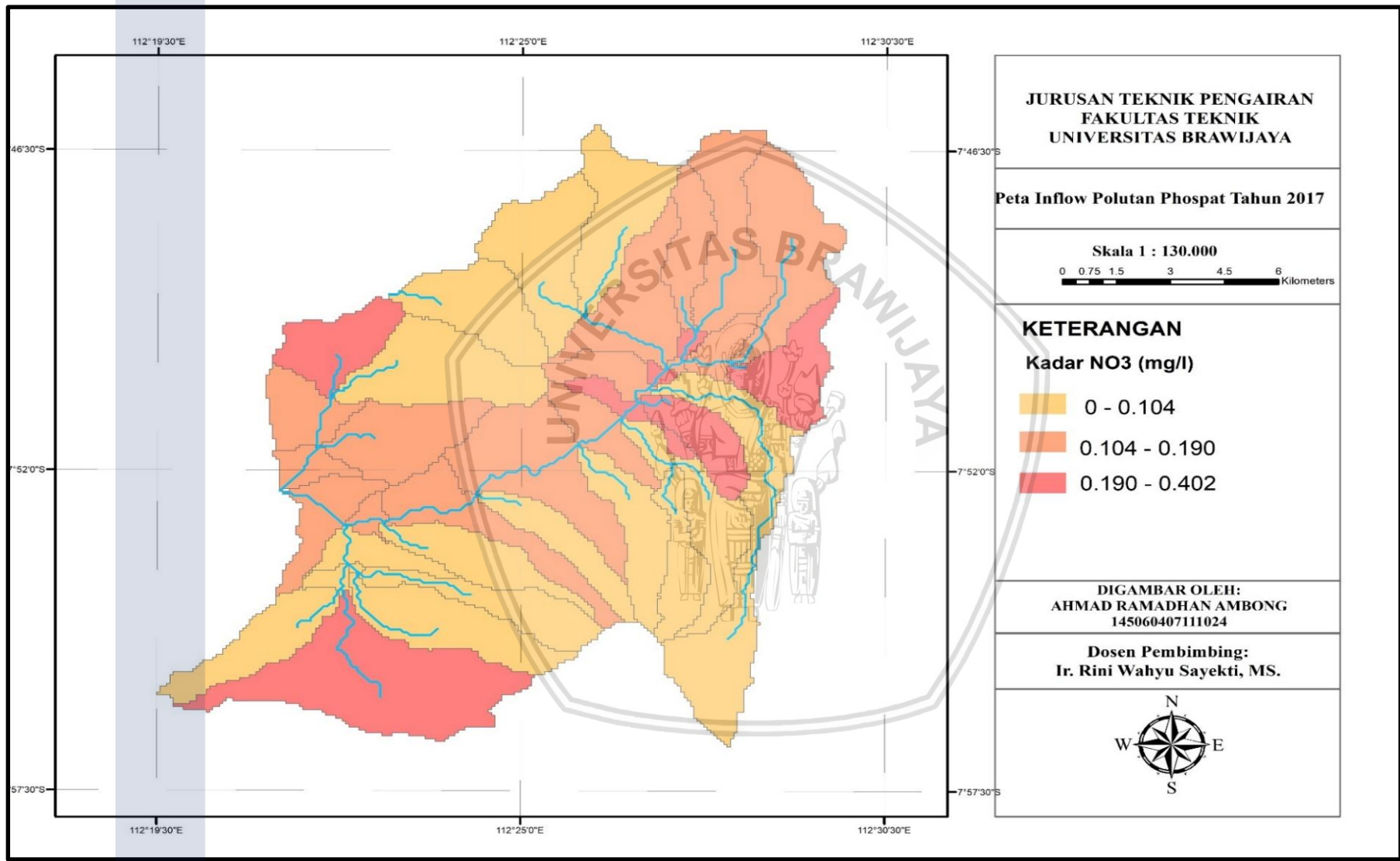
Hasil Simulasi Phospat di Inflow Tahun 2017

No DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
22	0.105	0.056	0.376	0.140	0.038	0.005	0.001	0.002	0.074	0.377	0.325	0.476	0.165
23	0.184	0.074	0.158	0.072	0.007	0.007	0.008	0.004	0.039	0.268	0.461	0.333	0.135
24	0.109	0.137	0.050	0.008	0.002	0.002	0.000	0.002	0.070	0.048	0.214	0.025	0.056
25	0.111	0.154	0.040	0.008	0.002	0.002	0.000	0.002	0.088	0.027	0.149	0.030	0.051
26	0.060	0.145	0.142	0.053	0.017	0.003	0.000	0.001	0.102	0.037	0.156	0.017	0.061
27	0.117	0.154	0.047	-0.008	0.002	0.002	0.000	0.002	0.095	0.065	0.258	0.026	0.063
28	0.142	0.083	0.162	0.075	0.008	0.007	0.007	0.003	0.036	0.249	0.430	0.313	0.126
29	0.184	0.089	0.224	0.094	0.095	0.176	0.193	0.037	0.031	0.181	0.197	0.163	0.138
30	0.198	0.086	0.170	0.078	0.009	0.071	0.007	0.003	0.034	0.260	0.412	0.334	0.138
31	0.037	0.154	0.324	0.128	0.047	0.006	0.000	0.001	0.122	0.001	0.007	0.007	0.069
32	0.077	0.096	0.306	0.090	0.011	0.006	0.001	0.001	0.066	0.076	0.196	0.255	0.098
33	0.089	0.162	0.348	0.109	0.038	0.007	0.000	0.001	0.078	0.040	0.156	0.130	0.097
34	0.065	0.085	0.285	0.089	0.005	0.002	0.001	0.001	0.000	0.029	0.140	0.197	0.075
35	0.073	0.177	0.397	0.125	0.059	0.005	0.050	0.001	0.000	0.001	0.006	0.008	0.075
36	0.092	0.082	0.067	0.005	0.000	0.002	0.047	0.002	0.000	0.003	0.012	0.019	0.028
37	0.037	0.165	0.319	0.107	0.032	0.007	0.060	0.001	0.000	0.032	0.195	0.181	0.095
38	0.164	0.040	0.258	0.093	0.008	0.006	0.042	0.002	0.000	0.134	0.314	0.181	0.103
39	0.055	0.142	3.643	0.391	0.126	0.006	0.001	0.000	0.001	0.000	0.032	0.157	0.380
Jumlah	5.261	12.201	11.578	3.479	1.146	2.712	0.601	0.155	1.644	6.971	11.510	9.913	16.727
Rerata	0.135	0.313	0.297	0.089	0.029	0.070	0.015	0.040	0.042	0.179	0.295	0.254	0.144

Sumber : Hasil Analisis , 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.47 Peta Inflow Phospat Tahun 2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.13.5. Kadar BOD di Inflow Tahun 2009

Tabel 4.48.

Hasil Simulasi BOD di Inflow Tahun 2009

No													
DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
1	7.1017	8.7820	11.1714	4.9465	4.0682	10.1088	6.6365	9.8612	3.5195	6.1330	4.3916	6.7618	6.956
2	11.1411	13.3343	15.6619	7.2909	5.7659	3.4020	17.8803	5.5393	8.6897	18.4689	12.9788	2.6890	10.23
3	7.7666	11.1321	9.0113	9.9055	8.2338	8.1464	0.0000	4.7684	0.0000	24.3538	56.3847	6.6592	12.19
4	6.9781	9.8276	8.5401	8.7711	9.8312	10.4356	0.0000	5.1361	0.0000	27.3600	75.4773	9.0385	14.28
5	6.9657	9.6740	8.6894	8.7017	6.8828	2.9147	0.0000	3.1974	0.0000	7.1686	15.0661	13.1323	6.86
6	6.4749	9.1741	8.1996	8.2211	7.5058	4.9877	0.0000	4.3100	0.0000	15.0859	35.9579	4.5489	8.70
7	7.3575	10.2308	9.0109	9.1323	7.0383	2.9434	0.0000	3.3648	0.0000	7.4692	14.6711	13.5500	7.06
8	5.7382	8.3943	7.7114	7.3132	5.6783	3.3548	0.0000	4.9781	0.0000	12.1753	27.0593	3.4208	7.15
9	5.6023	7.6713	7.5634	6.9467	5.5585	3.9187	0.0000	5.3039	0.0000	14.6623	14.6623	5.0177	6.40
10	11.9764	14.1191	16.5871	10.1460	8.6767	5.4098	15.8161	7.0649	7.6540	18.8746	29.2797	4.8008	12.53
11	5.8545	8.5455	7.7689	7.5338	6.2476	3.9362	0.0000	4.6361	0.0000	12.9387	30.0360	4.2778	7.64
12	10.4593	11.9659	14.0606	8.6312	7.3976	4.7778	11.4455	6.6848	5.1033	17.6100	29.4983	4.9939	11.05
13	5.8524	6.7426	7.5749	4.3301	2.9659	4.3647	24.4429	7.9594	12.0840	26.0645	20.4732	3.8432	10.55
15	9.8936	11.4188	13.0514	8.2000	6.9616	4.9656	11.1119	8.1008	4.5923	16.7526	33.3980	4.3413	11.067
16	5.4298	7.4477	7.4227	6.7784	5.0841	4.0091	0.0000	5.5748	0.0000	16.3335	5.7524	5.4561	5.77
17	9.6148	11.2146	12.8504	8.0968	6.7627	4.8801	10.3829	8.3914	4.1930	16.5930	34.1363	4.8561	10.99
18	9.1978	11.4460	12.6152	8.1505	6.8495	5.3517	9.5000	8.8554	3.8313	17.0073	6.2006	9.8684	9.07
19	5.3750	6.0417	7.7261	3.6808	2.3386	2.8324	12.3787	4.9321	6.8513	14.1229	10.8819	3.1280	6.69
20	4.0416	8.3919	7.3186	6.0597	2.5676	9.2205	2.1987	4.3581	1.3332	5.9682	12.8521	12.2316	6.37

Lanjutan Tabel 4.48.

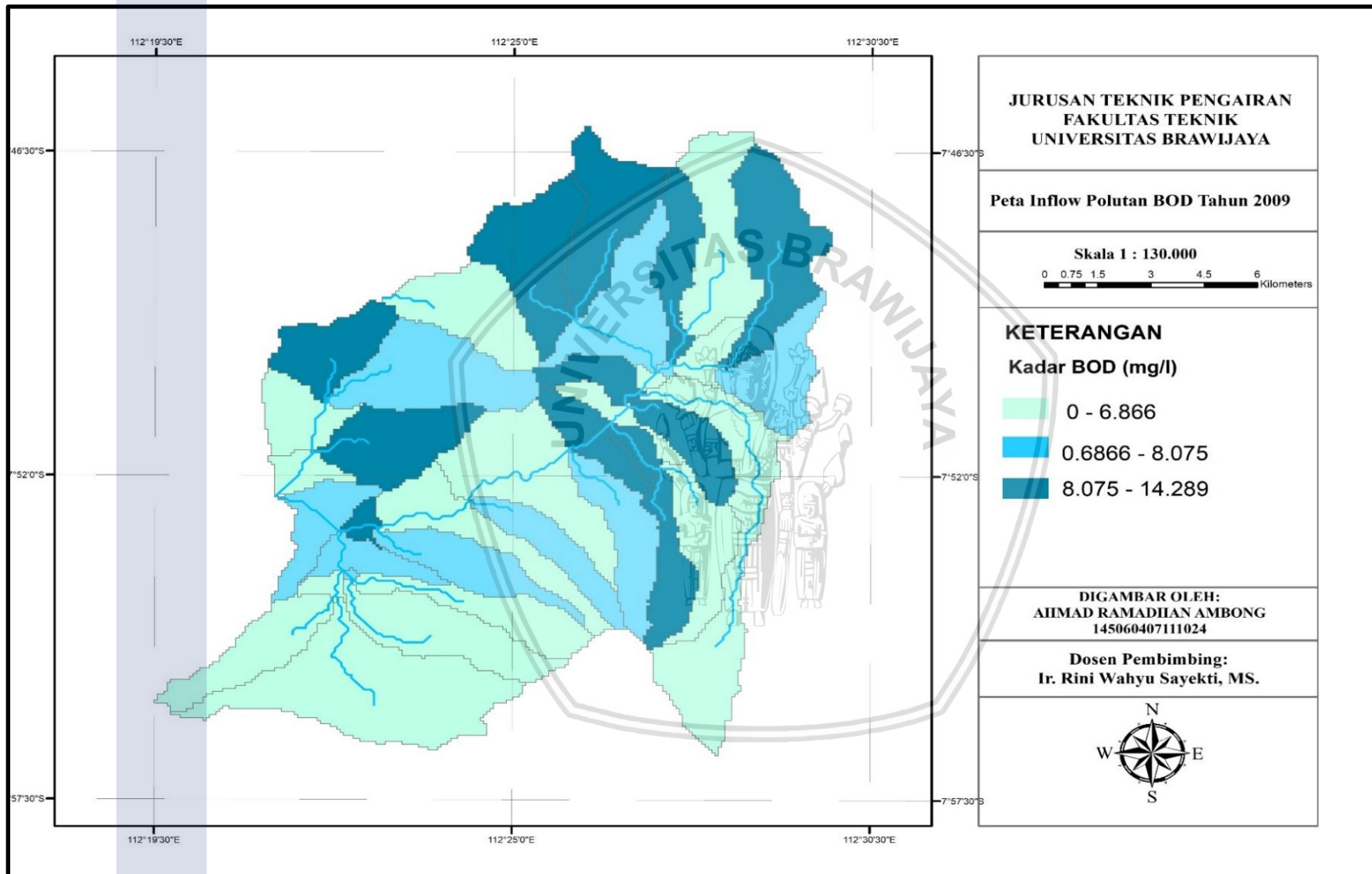
Hasil Simulasi BOD di Inflow Tahun 2009

No													
DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
21	3.8228	10.3141	8.5620	4.9758	8.7143	8.8473	0.0000	9.4942	2.6700	15.8491	10.6686	10.1486	7.83
22	5.2398	6.8979	7.8887	4.4913	2.4413	2.6040	11.3090	5.1977	5.3147	12.6038	11.9990	3.6897	6.63
23	8.9381	11.7082	12.4095	8.1717	6.9766	5.3758	8.4110	7.7605	3.4147	15.5976	5.3362	6.1118	8.35
24	3.9518	10.8036	9.0066	5.2547	10.9130	12.3456	0.0000	12.2265	0.0000	20.3457	13.8439	14.2593	9.41
25	4.0198	9.8427	8.7690	5.0977	9.0938	7.4579	0.0000	8.2200	0.0000	13.6069	8.4822	9.1514	6.97
26	2.6645	8.2209	6.0497	3.8330	7.6516	9.5496	0.0000	10.1361	0.0000	16.2723	11.1686	10.6565	7.18
27	4.0393	12.3994	8.9602	5.1997	11.3439	13.9018	0.0000	16.5168	0.0000	27.3458	15.5597	14.8278	10.84
28	7.5854	11.1574	11.6608	7.7529	6.5254	5.1773	7.4387	7.3911	2.8095	13.9806	4.9247	5.8304	7.68
29	9.4349	13.5970	13.8488	9.9263	11.3917	8.1817	15.1707	11.8617	9.9654	13.6603	13.2475	9.4065	11.64
30	8.4199	10.5703	11.0705	7.3953	6.1285	4.8620	6.5926	6.0763	2.4669	13.4279	4.4476	5.5999	7.25
31	2.0089	5.4095	4.1108	2.8668	3.5985	6.2191	0.0000	1.8994	0.0000	1.7181	3.3176	3.5428	2.89
32	2.8591	4.6892	4.1406	3.4109	2.4955	6.3699	1.4051	2.4471	0.0000	4.0528	7.2819	10.7057	4.15
33	2.9739	7.0272	4.6360	3.2353	3.0568	7.1306	0.0000	2.3435	0.0000	3.1284	13.5200	7.5430	4.54
34	2.6152	4.0302	3.7807	3.3135	2.3222	3.1201	1.4045	2.0094	0.0000	2.2728	4.9260	8.9862	3.23
35	2.6664	9.7571	6.1736	3.9148	3.8618	7.0056	0.0000	2.1239	0.0000	1.8292	3.9800	4.8350	3.84
36	3.1850	4.7781	4.5326	3.8660	2.8261	2.9765	0.0000	1.8842	0.0000	2.0196	3.3358	5.1561	2.88
37	1.9857	6.1056	4.1538	2.8920	2.9228	8.0611	0.0000	2.5139	0.0000	2.7404	8.4551	8.9664	4.06
Jumlah	232.85	351.56	341.71	242.09	228.94	232.08	180.91	233.44	89.01	505.09	632.23	284.98	296.24
Rerata	5.9707	9.0146	8.7620	6.2077	5.8704	5.9509	4.6389	5.9857	2.2824	12.9512	14.1163	7.3061	7.59

Sumber : Hasil Analisis , 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.48 Peta Inflow BOD Tahun 2009
Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.13.6 Hasil Simulasi BOD di Inflow Tahun 2017

Tabel 4.49.

Hasil Simulasi BOD di Inflow Tahun 2017

No	DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
1		5.782	7.462	9.851	3.626	2.748	8.789	5.316	8.541	2.199	4.813	3.072	5.442	5.63684
2		9.821	12.014	14.342	5.971	4.446	2.082	16.560	4.219	7.370	17.149	11.659	1.369	8.91682
3		6.447	9.812	7.691	8.585	6.914	6.826	0.000	3.448	0.000	23.034	55.065	5.339	11.0968
4		5.658	8.508	7.220	7.451	8.511	9.116	0.000	3.816	0.000	26.040	74.157	7.719	13.1829
5		5.646	8.354	7.369	7.382	5.563	1.595	0.000	1.877	0.000	5.849	13.746	11.812	5.76606
6		5.155	7.854	6.880	6.901	6.186	3.668	0.000	2.990	0.000	13.766	34.638	3.229	7.60549
7		6.037	8.911	7.691	7.812	5.718	1.623	0.000	2.045	0.000	6.149	13.351	12.230	5.96401
8		4.418	7.074	6.391	5.993	4.358	2.035	0.000	3.658	0.000	10.855	25.739	2.101	6.05197
9		4.282	6.351	6.243	5.627	4.239	2.599	0.000	3.984	0.000	13.342	13.342	3.698	5.30891
10		10.656	12.799	15.267	8.826	7.357	4.090	14.496	5.745	6.334	17.555	27.960	3.481	11.2137
11		4.534	7.225	6.449	6.214	4.928	2.616	0.000	3.316	0.000	11.619	28.716	2.958	6.54792
12		9.139	10.646	12.741	7.311	6.078	3.458	10.125	5.365	3.783	16.290	28.178	3.674	9.73235
13		4.532	5.423	6.255	3.010	1.646	3.045	23.123	6.639	10.764	24.744	19.153	2.523	9.23815
14		4.103	5.583	7.535	2.053	0.663	1.072	6.074	2.329	3.201	6.959	5.002	9.563	4.51141
15		8.574	10.099	11.731	6.880	5.642	3.646	9.792	6.781	3.272	15.433	32.078	3.021	9.74566
16		4.110	6.128	6.103	5.458	3.764	2.689	0.000	4.255	0.000	15.014	4.432	4.136	4.67405
17		8.295	9.895	11.530	6.777	5.443	3.560	9.063	7.071	2.873	15.273	32.816	3.536	9.67768
18		7.878	10.126	11.295	6.830	5.529	4.032	8.180	7.535	2.511	15.687	4.881	8.548	7.75283
19		4.055	4.722	6.406	2.361	1.019	1.512	11.059	3.612	5.531	12.803	9.562	1.808	5.3708

Lanjutan Tabel 4.49.

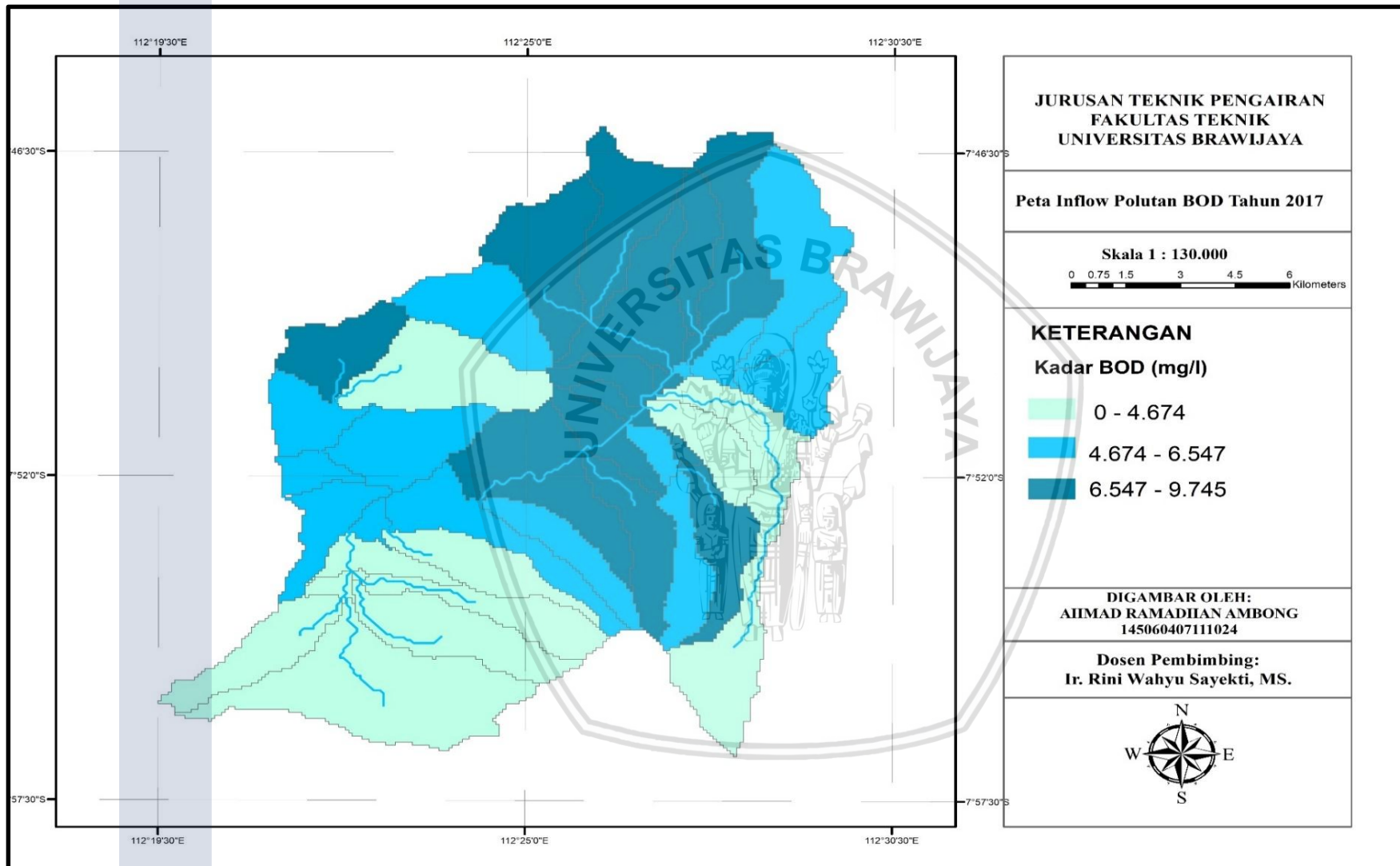
Hasil Simulasi BOD di Inflow Tahun 2017

No													
DAS	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
20	2.722	7.072	5.999	4.740	1.248	7.901	0.879	3.038	0.000	4.648	11.532	10.912	5.057
21	2.503	8.994	7.242	3.656	7.394	7.527	0.000	8.174	0.000	14.529	9.349	8.829	6.5163
22	3.920	5.578	6.569	3.171	1.121	1.284	9.989	3.878	3.995	11.284	10.679	2.370	5.3197
23	7.618	10.388	11.089	6.852	5.657	4.056	7.091	6.440	2.095	14.278	4.016	4.792	7.0309
24	2.632	9.484	7.687	3.935	9.593	11.026	0.000	10.906	0.000	19.026	12.524	12.939	7.0309
25	2.700	8.523	7.449	3.778	7.774	6.138	0.000	6.900	0.000	12.287	7.162	7.831	8.3125
26	1.344	6.901	4.730	2.513	6.332	8.230	0.000	8.816	0.000	14.952	9.849	9.337	5.8784
27	2.719	11.079	7.640	3.880	10.024	12.582	0.000	15.197	0.000	26.026	14.240	13.508	6.0835
28	6.265	9.837	10.341	6.433	5.205	3.857	6.119	6.071	1.490	12.661	3.605	4.510	6.3661
29	11.115	16.277	14.529	11.606	13.072	12.862	10.851	10.542	11.645	12.340	14.927	11.086	12.571
30	7.100	9.250	9.751	6.075	4.808	3.542	5.273	4.756	1.147	12.108	3.128	4.280	5.9348
31	0.689	4.090	2.791	1.547	2.278	4.899	0.000	0.579	0.000	0.398	1.998	2.223	1.7909
32	1.539	3.369	2.821	2.091	1.175	5.050	0.085	1.127	0.000	2.733	5.962	9.386	2.9448
33	1.654	5.707	3.316	1.915	1.737	5.811	0.000	1.024	0.000	1.808	12.200	6.223	3.4495
34	1.295	2.710	2.461	1.994	1.002	1.800	0.084	0.689	0.000	0.953	3.606	7.666	2.0217
35	1.346	8.437	4.854	2.595	2.542	5.686	0.000	0.804	0.000	0.509	2.660	3.515	2.7456
36	1.865	3.458	3.213	2.546	1.506	1.656	0.000	0.564	0.000	0.700	2.016	3.836	1.7800
37	0.666	4.786	2.834	1.572	1.603	6.741	0.000	1.194	0.000	1.420	7.135	7.646	2.9663
Jumlah	184.3789	304.0892	292.2379	193.6199	180.4662	186.6057	154.1588	181.960	68.21087	453.61	583.754	236.4598	246.83
Rerata	4.727664	7.797159	7.493281	4.964612	4.627338	4.784763	3.952789	4.665652	1.748997	11.631	13.796	6.063072	6.3291

Sumber : Hasil Analisis , 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.49 Peta Inflow BOD Tahun 2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.13.7. Kadar DO di Inflow Tahun 2009

Tabel 4.50.

Hasil Simulasi DO di Inflow Tahun 2009

No													
DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
1	9.1305	8.0630	9.0005	8.7772	8.0773	8.0059	8.3347	8.5198	8.7726	9.5844	9.5191	10.4847	8.9010
2	7.4884	6.5709	7.6752	7.8345	6.9691	7.6828	8.3347	8.3227	8.6251	9.2842	8.5875	9.2040	8.0483
3	8.1992	6.6591	8.2761	8.5107	7.4883	8.2106	8.3470	8.5760	8.6100	8.9340	8.0581	9.5986	8.2890
4	7.7131	6.0985	8.0156	8.3804	7.2112	8.1946	8.3470	8.5760	8.5713	8.8195	7.7742	9.3163	8.0848
5	7.6832	6.1406	7.9964	8.3752	7.2182	8.1969	8.3470	8.5760	8.5760	8.8174	7.7363	9.2625	8.0771
6	5.9324	4.0021	7.1671	7.4228	6.5308	7.6843	8.1191	8.3424	8.3197	8.5377	7.0868	8.3327	7.2898
7	7.7932	6.1998	8.0287	8.3932	7.2533	8.1988	8.3470	8.5760	8.5794	8.8322	7.7758	9.3220	8.1083
8	5.9363	4.0453	7.1711	7.4325	6.5360	7.6899	8.1321	8.3625	8.3346	8.5411	7.0806	8.3312	7.2994
9	6.6389	4.9735	7.5128	8.1187	6.7702	8.1462	8.3470	8.5760	8.5477	8.7067	8.7067	8.7225	7.8139
10	5.8380	4.7151	6.6096	6.8297	6.0531	7.0306	8.1436	8.2125	8.3588	8.4260	6.7354	8.1045	7.0881
11	5.9013	3.9915	7.1661	7.4191	6.5281	7.6792	8.0946	8.3135	8.3006	8.5291	7.0749	8.3207	7.2766
12	5.4164	3.6010	6.4845	6.5731	5.9096	7.0332	8.0965	8.2068	8.3018	8.3301	6.4703	7.7548	6.8482
13	8.0720	7.2593	8.1659	8.2211	7.4039	7.5231	8.3347	8.4855	8.7686	9.4676	9.0044	9.6732	8.3649
14	9.2352	8.2052	9.0911	8.8237	8.1552	7.8920	8.2945	8.4942	8.7373	9.5447	9.4893	10.4472	8.8675
15	5.2300	3.4482	6.3077	6.1483	5.6124	6.9588	8.0975	8.0855	8.3204	8.3625	6.4269	7.5674	6.7138
16	6.4719	5.0979	7.4559	8.0873	6.7422	8.1308	8.3470	8.5760	8.5440	8.6945	7.3026	8.6603	7.6759
17	4.6924	2.9785	5.8410	5.8690	5.3514	6.8655	8.0914	8.0514	8.2996	8.2549	6.0587	7.4468	6.4834
18	4.7469	3.1417	5.9416	6.1389	5.4699	6.9210	8.0930	8.0578	8.3131	8.2994	6.1791	7.5468	6.5708
19	6.9686	5.8050	7.1686	7.3664	6.4718	6.9786	8.1277	8.2234	8.4898	9.1384	8.0614	8.7884	7.6323
20	7.4807	5.4120	7.2638	7.3918	6.0397	7.7163	8.2657	8.3942	8.4992	8.9340	6.9925	9.2236	7.6345

Lanjutan Tabel 4.50.

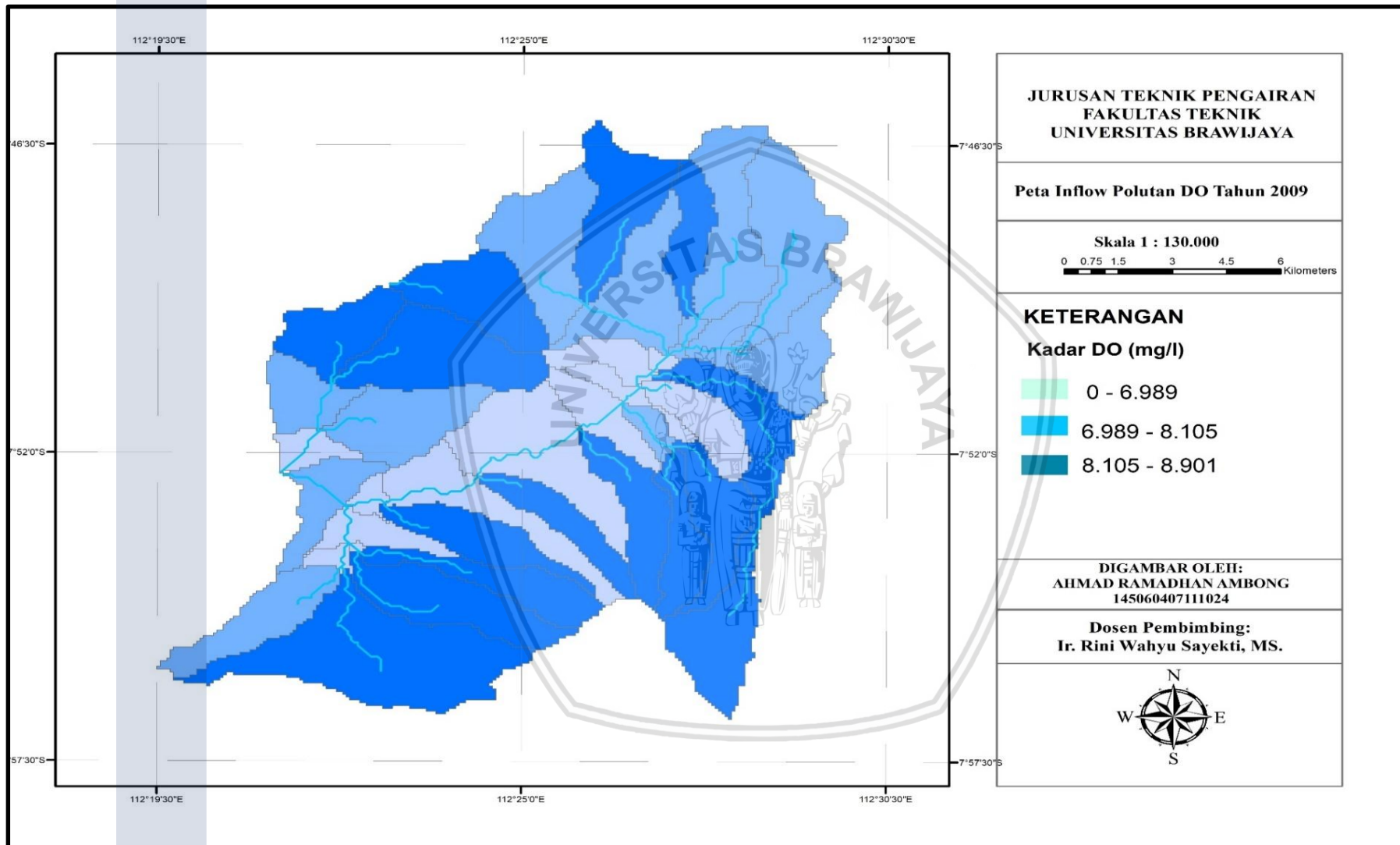
Hasil Simulasi DO di Inflow Tahun 2009

No													
DAS	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
21	5.5937	5.1199	6.8699	9.0252	6.8463	7.7442	8.1412	8.3906	8.3681	8.5391	7.5695	8.4385	7.5539
22	5.6675	3.3703	4.7710	5.2295	4.5478	6.3792	8.1094	8.1365	8.1984	8.7093	6.1024	7.7603	6.4151
23	4.7271	3.1997	5.9642	6.0494	5.4523	6.9096	8.0942	8.0602	8.3420	8.4136	6.2720	7.6117	6.5913
24	7.4689	6.8392	7.9766	9.2437	7.5794	8.0176	8.3326	8.5886	8.5215	8.7992	8.0345	9.2684	8.2225
25	7.5768	6.8731	8.0635	9.2458	7.6171	8.0370	8.3326	8.5886	8.5365	8.8228	8.0952	9.3994	8.2657
26	8.8181	7.9280	8.8380	9.3677	8.1653	8.1431	8.3176	8.5731	8.6613	9.2252	9.0626	10.3011	8.7834
27	8.1578	7.3566	8.4640	9.2680	7.8549	8.0889	8.3326	8.5886	8.5838	8.9362	8.4500	9.8434	8.4937
28	4.7786	3.1487	5.9586	5.9729	5.4265	6.9478	8.1056	8.0915	8.4169	8.6345	6.4785	7.7071	6.6389
29	4.4799	7.3378	6.6908	5.5725	5.7212	6.9894	8.1057	8.1146	8.2977	6.0264	6.3983	8.6421	6.8647
30	4.4004	2.9796	5.8327	5.9289	5.2855	6.9542	8.1046	8.0979	8.3174	6.3187	6.1461	7.5776	6.3286
31	9.0232	8.0375	8.9961	9.4037	8.2997	8.1771	8.3326	8.5886	8.6988	9.3642	9.3732	10.5200	8.9012
32	5.8453	3.8294	5.5587	6.1943	4.8909	7.1770	8.1135	8.2104	8.3304	8.4932	6.3966	8.4308	6.7892
33	5.4839	4.7054	6.7892	8.6968	6.7808	7.7320	8.1294	8.3692	8.3412	8.4841	1.2012	8.4221	6.9279
34	6.4472	4.1785	6.0083	6.2341	4.8332	7.0656	8.1300	8.3272	8.5628	8.8677	6.5759	8.6414	6.9893
35	8.5060	7.4598	8.6880	9.2579	8.0255	8.1262	8.3210	8.5764	8.6514	9.1755	8.8913	10.1674	8.6539
36	7.9996	6.4142	8.0328	8.0530	6.9387	7.8788	8.2838	8.5617	8.7832	9.3247	7.8308	9.8058	8.1589
37	9.0007	8.0046	8.9714	9.3872	8.2710	8.1816	8.3245	8.5802	8.7034	9.3572	9.2846	10.4358	8.8752
Jumlah	266.6917	216.0664	287.1937	300.8634	260.8457	297.4933	320.8839	327.1081	331.5228	339.7402	290.4901	352.2510	3591.150
Rerata	6.8382	5.5402	7.3639	7.7144	6.6884	7.6280	8.2278	8.3874	8.5006	8.7113	7.4485	9.0321	7.6734

Sumber : Hasil Analisis , 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.50 Peta Inflow DO Tahun 2009

Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.13.8 Hasil Simulasi DO di Inflow Tahun 2017

Tabel 4.51

Hasil Simulasi DO di Inflow Tahun 2017

No DAS	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
1	10.348	9.238	8.603	8.885	8.236	7.236	7.436	8.224	8.455	8.464	9.088	9.518	8.644
2	8.639	7.466	7.221	8.083	7.315	6.545	6.564	8.002	7.971	7.260	7.737	8.571	7.615
3	10.439	8.523	8.489	7.530	8.148	7.285	8.325	8.347	8.779	8.393	7.519	8.312	8.341
4	10.281	8.167	8.052	7.280	8.044	7.207	8.325	8.337	8.779	8.225	6.970	7.830	8.125
5	10.253	8.076	7.941	7.197	8.020	7.189	8.325	8.336	8.779	8.194	6.819	7.679	8.068
6	9.746	7.015	6.653	6.367	7.606	6.912	8.153	8.127	8.587	7.545	5.550	6.313	7.381
7	10.304	8.247	8.096	7.280	8.052	7.210	8.325	8.338	8.779	8.253	6.995	7.857	8.145
8	9.751	7.069	6.668	6.216	7.612	6.915	8.160	8.135	8.601	7.544	5.513	6.309	7.374
9	10.106	7.693	7.321	6.802	7.881	7.113	8.325	8.330	8.779	7.986	7.986	6.902	7.935
10	7.706	5.336	5.606	6.086	6.199	5.653	5.969	7.382	7.828	6.648	5.415	6.406	6.353
11	9.659	7.017	6.647	6.234	7.603	6.908	8.137	8.110	8.560	7.510	5.504	6.294	7.349
12	7.457	5.050	5.025	5.546	6.287	5.632	6.398	7.429	7.967	6.266	4.264	5.575	6.075
13	9.337	8.162	7.824	8.394	7.757	6.835	6.944	8.121	8.154	7.775	8.261	9.134	8.058
14	10.524	9.421	8.785	8.965	8.339	7.329	7.533	8.229	8.424	8.520	9.147	9.677	8.741
15	6.888	4.366	4.643	5.181	5.820	5.410	5.954	7.408	7.795	6.340	3.974	5.396	5.765
16	10.027	7.504	7.249	6.740	7.868	7.107	8.325	8.329	8.779	7.940	5.951	6.800	7.718
17	6.252	3.946	3.446	4.595	5.384	5.223	5.861	7.393	7.748	6.173	3.645	5.053	5.393
18	6.822	4.166	3.669	4.700	5.530	5.289	5.940	7.433	7.761	6.176	3.837	5.094	5.535
19	7.357	6.074	6.394	7.348	6.649	5.877	5.870	7.652	7.780	6.665	6.866	7.844	6.865
20	9.398	8.194	7.604	7.557	8.014	7.435	8.198	8.302	8.765	8.939	7.264	6.588	8.022
21	10.573	7.410	6.430	7.670	7.688	6.889	8.116	8.138	8.597	8.459	5.892	6.524	7.699
22	6.041	4.938	4.565	6.013	6.244	5.193	5.834	7.417	7.785	6.200	5.046	4.995	5.856
23	6.912	4.217	3.542	4.680	5.273	5.272	5.881	7.442	7.755	6.236	4.015	5.091	5.526

Lanjutan Tabel 4.51

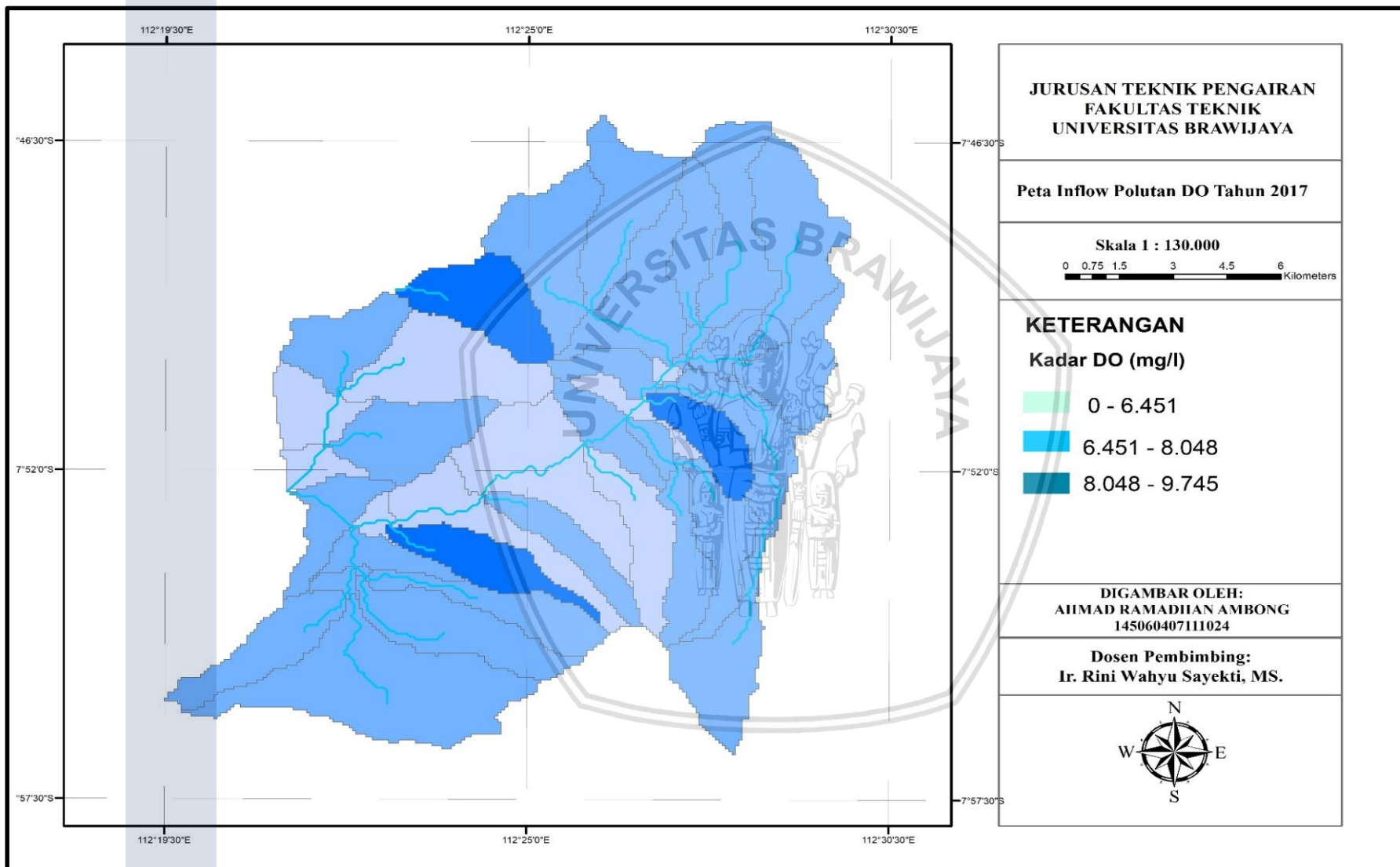
Hasil Simulasi DO di Inflow Tahun 2017

No DAS	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
24	10.981	9.033	7.802	8.221	8.168	7.232	8.355	8.350	8.778	8.769	6.852	8.030	5.526
25	11.001	8.994	7.896	8.246	8.178	7.246	8.355	8.350	8.778	8.817	6.946	8.102	8.381
26	11.412	9.446	8.776	8.621	8.430	7.476	8.340	8.397	8.762	9.152	8.083	9.066	8.409
27	11.143	9.241	8.406	8.469	8.245	7.334	8.355	8.358	8.778	8.929	7.445	8.644	8.830
28	6.891	4.024	3.443	4.652	5.231	5.262	5.836	7.476	7.745	6.390	4.163	5.122	5.520
29	6.069	4.583	5.522	7.810	5.923	6.384	4.029	6.546	7.787	5.923	7.980	7.496	6.338
30	5.158	3.844	3.301	4.580	5.186	5.242	5.832	7.469	7.738	6.229	3.945	4.919	5.287
31	11.578	9.451	9.090	8.755	8.551	7.569	8.355	8.434	8.778	9.316	8.625	9.441	8.995
32	8.374	7.133	5.991	6.943	7.737	6.928	8.025	8.117	8.565	8.380	5.867	5.907	7.331
33	9.619	6.780	6.266	7.604	7.637	6.901	8.106	8.130	8.582	8.399	12.012	6.614	8.054
34	8.193	7.465	6.508	6.988	7.963	7.196	8.097	8.131	8.584	8.880	6.719	5.805	7.544
35	11.338	9.016	8.730	8.589	8.344	7.418	8.344	8.376	8.765	9.143	8.132	8.975	8.764
36	9.597	8.633	8.233	7.843	8.157	7.622	8.307	8.316	8.784	9.124	8.097	7.351	8.339
37	11.563	9.438	9.107	8.759	8.546	7.566	8.347	8.444	8.769	9.303	8.549	9.382	8.981
38	10.044	8.016	7.866	7.172	8.001	7.186	8.325	8.336	8.779	7.947	6.711	13.100	8.457
39	10.444	9.242	8.867	8.246	8.325	7.982	8.307	8.413	8.784	9.412	9.062	8.212	8.775
Jumlah	358.225	281.632	266.277	276.848	288.188	262.207	290.214	312.604	327.963	305.827	262.448	285.933	290.111
Rerata	9.185	7.221	6.828	7.099	7.389	6.723	7.441	8.015	8.409	7.842	6.729	7.332	7.439

Sumber : Hasil Analisis , 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.51 Peta Inflow DO Tahun 2017
Sumber : Hasil Analisis, 2018

4. 13.9. Kadar Total Suspended Solid di Inflow

Tabel 4.52.

Hasil Simulasi Total Suspended Solid di Inflow Tahun 2009

No													
DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
1	92.34	122.7	100.2	77.44	68.98	62.47	14.86	13.74	16.01	23	44.13	68.79	58.7
2	82.51	113.4	93.47	72.67	63.07	62.38	14.02	13.55	11.7	16.97	34.32	59.45	53.1
3	117.2	143.1	112.7	78.89	88.94	58.22	13.94	10.52	15.67	26.77	62.97	74.71	66.9
4	92.16	114.5	89.82	62.68	66.98	42.43	10.14	7.407	12.6	21.51	53.63	58.9	52.7
5	104.9	131	101	70.05	81.25	48.71	12.73	10.03	13.82	24.05	58.95	67.69	60.3
6	106.4	142.5	114.4	84.52	86.99	74.11	22.09	12.47	16.24	30.44	63.11	75.37	69.0
7	115.6	141	110.4	75.43	87.32	56.17	13.65	10.77	15.21	25.86	61.9	73.5	65.5
8	99.18	132.1	101.8	77.68	79.51	59.92	17.55	12.37	16.06	26.89	59.72	70.47	62.7
9	77.21	92.22	74.32	50.08	55.07	34.82	10.46	8.246	10.37	17.49	41.45	55.21	43.9
10	124.5	164.2	133.3	101.9	97.35	88.72	26.81	12.06	15.11	27.57	70.03	88.26	79.1
11	138.8	201.1	146.9	107.1	107.5	92.23	38.88	16	19.11	38.56	76.36	94.37	89.7
12	133.9	198.1	148.9	109.4	106.2	96.61	43.55	18.19	17.52	34.9	74.04	93.62	89.5
13	47.55	60.77	49.72	41.46	34.08	34.06	9.293	7.147	7.398	10.66	20.81	33.37	29.6
14	80.12	112.1	90.24	71.55	63.3	59.89	13.53	14.01	13.39	20.55	39.76	64.83	53.6
15	144.7	208.1	152.1	113.4	109.3	98.49	44.36	22.65	18.66	35.12	75.43	96.58	93.2
16	87.33	107.5	85.22	56.86	62.17	39.71	11.13	8.01	10.03	17.98	44.66	62.6	49.4
17	109.7	163	124.2	94.29	91.67	82	39.08	22.56	15.12	26.12	64.31	81.24	76.1
18	128.3	204.5	145.3	108	102.5	91.82	44.25	28.53	20	27.92	71.05	90.99	88.5
19	27.18	37.65	26.11	25.47	25.36	26.22	11.02	6.905	7.261	9.88	19.37	26.22	20.5

Lanjutan Tabel 4.52

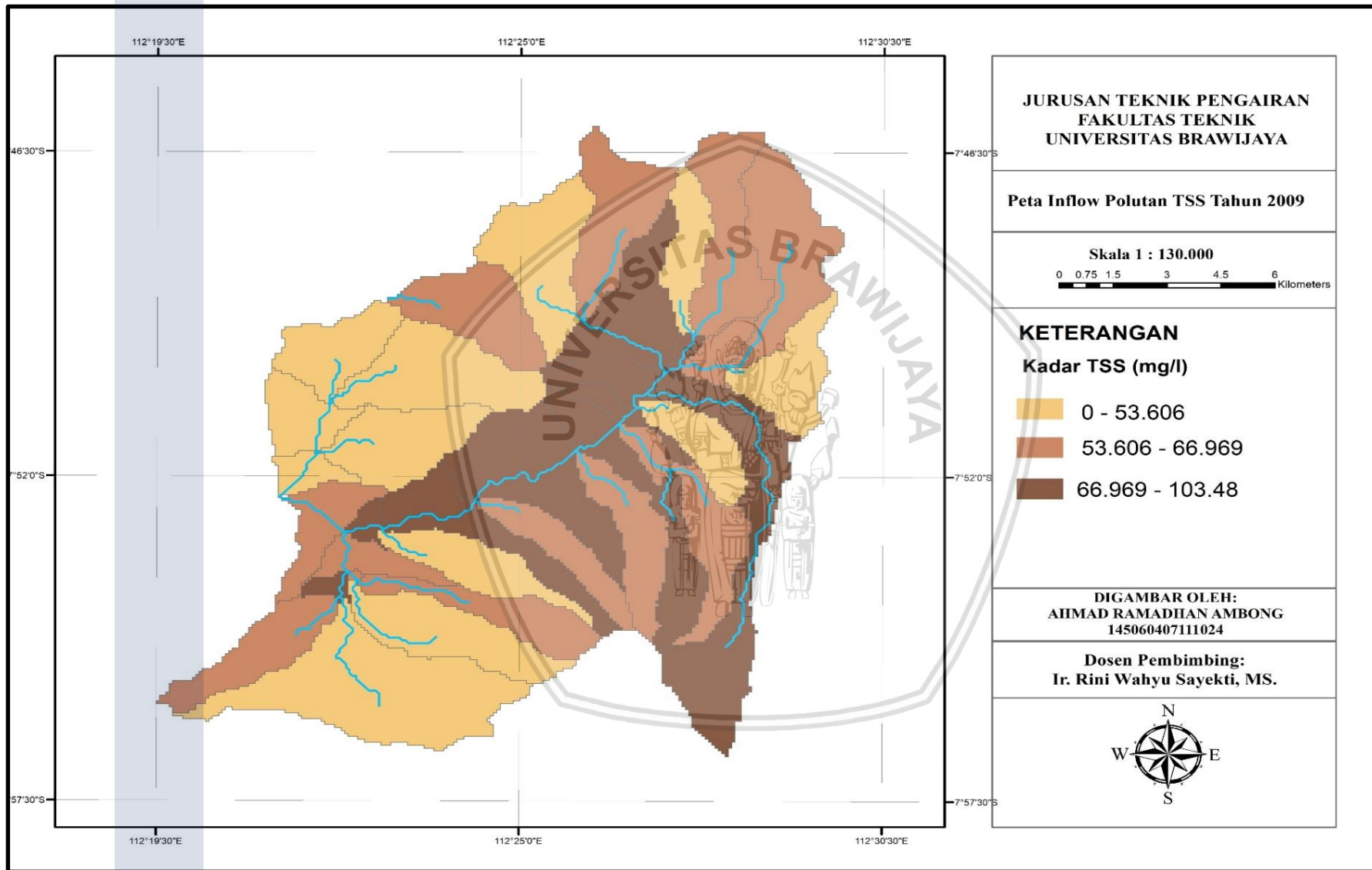
Hasil Simulasi Total Suspended Solid di Inflow Tahun 2009

No													
DAS	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
20	58.2	70.41	63.54	52.8	48.91	42.59	12.05	8.948	9.749	11.74	35.94	51.39	38.5
21	106.3	148.9	120.7	83.98	72.52	61.66	18.43	11.23	12.93	29.11	54.18	64.74	65.3
22	27.94	40.89	28.85	25.27	29.47	27.11	15.89	7.614	7.498	10.12	20.47	26.55	22.3
23	158.7	244.6	169.1	122	116.7	103.1	54.03	35.19	24.11	33.12	78.36	102.8	103.
24	107.5	143.4	111.9	68.99	70.64	43.57	10.37	7.989	13.66	23.48	53.73	58.87	59.5
25	108.4	145.3	115.4	73.43	70.54	49.24	11.17	8.797	14.05	22.64	51.97	61.22	61.0
26	113.3	150.5	115.6	72.75	74.11	48.35	9.489	8.526	14.39	25.51	56.86	65.58	62.9
27	122.7	162.8	125.2	79.65	77.89	54.41	10.34	8.136	15.65	25.78	57.93	68.92	67.4
28	154.4	240.6	166.6	120.6	114.8	104.5	59.62	37.82	24.34	31.77	71.3	100.8	102.
29	73.81	98.79	93.07	72.26	69.12	62.85	37.34	24.99	17.52	16.75	44.84	66.73	56.5
30	99.79	151.3	117.7	87.19	83.47	76.3	49.29	31.19	20.43	21.32	49.64	72.82	71.7
31	88.38	108.3	88.39	55.75	57.5	32.94	9.49	9.553	11.23	18.78	44.5	51.44	48.0
32	83.76	99.22	107.4	88.35	78.45	74.95	29.19	13.42	13.25	19.84	60.53	90.11	63.20
34	107.2	131.1	139.2	110.9	95.35	96.09	30.19	17.05	17.13	21.39	72.69	117.7	79.66
35	99.26	132	103	66.84	66.59	41.13	11.12	9.518	13.9	22.45	48.32	59.25	56.11
36	102.5	132.7	110.2	92.53	79.5	59.99	14.78	18.07	16.87	17.85	60.31	88.22	66.12
37	91.88	114.1	90.24	56.47	60.15	33.76	10.36	9.54	12.12	19.98	46.87	54.91	50.03
Jumlah	3930.2	5321.65	4207.69	3060.51	2986.41	2402.18	853.942	559.25	575.486	901.81	2123.16	2776.87	2474
Rerata	100.774	136.452	107.889	78.4746	76.5746	61.5943	21.8959	14.339	14.7560512	23.12333	54.44	71.20179487	63.45

Sumber : Hasil Analisis , 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.52 Peta Inflow TSS Tahun 2009
Sumber : Hasil Analisis, 2018

Tabel 4. 53

4.13.10 Hasil Simulasi Total Suspended Solid di Inflow Tahun 2017

No DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
6	59.34	98.38	86.31	99.16	75.89	85.05	44.7	44.59	38.28	51.72	84.99	108.9	73.1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
8	53.92	85.06	77.38	86.08	66.56	76.43	42.01	41.69	35.3	49.56	79.48	96.56	65.8
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
10	76.54	125.4	117.9	107.8	87.31	96.07	73.79	62.75	49.04	76.1	103.8	121.7	91.5
11	66.69	122.3	107.2	127.2	92.7	105	61.22	55.27	44.98	60.79	104.5	139.1	90.6
12	70.55	127.5	119.9	122.6	93.85	110.9	72.52	64.18	50.68	70.71	106.9	136.5	95.6
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
15	69.18	129.7	120.7	125.9	95.89	112.4	70.94	63.81	49.97	71.73	109.2	139.4	96.6
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
17	55.82	109.1	101.1	105.5	80.33	94.09	59.51	53.44	43.37	59.86	92	116.5	80.9
18	58.36	124.4	114	118.2	89.66	105.3	66.51	59.57	48.93	65.92	104.9	133	90.7
19	23.56	27.04	25.03	24.66	24.45	27.4	24.36	22.6	18.55	25.38	26.51	24.76	24.5
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
21	30.84	104.3	89.85	77.81	62.91	75.65	41.13	41.09	39.79	43.31	82.61	104.7	66.2

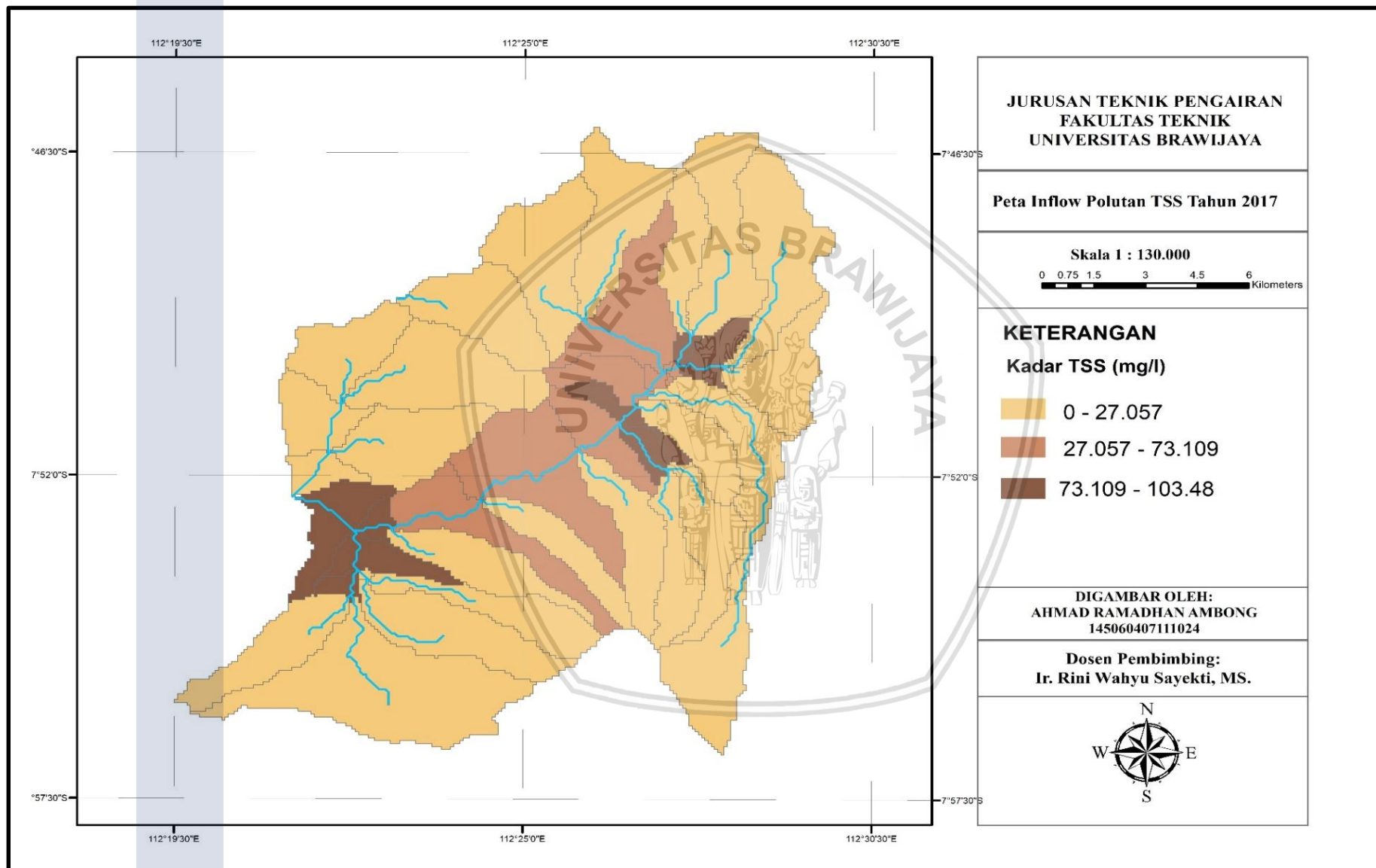
Lanjutan Tabel 4.53
Hasil Simulasi Total Suspended Solid 2017

No DAS	Januari	Febuari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rerata
22	27.64	28.83	24.84	27.66	29.22	32.34	28.74	25.63	19.34	26.77	27.51	26.16	
23	62.89	145.7	130.9	133.7	101.9	119.9	74.02	68.73	56.28	71.7	120.8	153.9	103.4
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
28	56.89	142.2	128.5	130.7	102	117.2	78	68.44	57.47	66.89	118.3	151.8	101.5
29	33.81	77.37	76.06	72.64	59.42	62.68	43.96	39.27	34.13	36.09	63.11	85.53	57.0
30	38.3	102.8	93.41	94.41	73.62	84.89	59.01	51.23	43.57	47.8	84.1	110.2	73.6
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
32	46.14	86.91	86.15	77.03	66.94	55.27	37.68	38.77	32.72	36.19	61.34	100.1	60.4
33	30.32	84.85	78.39	66.94	51.4	64.75	33.43	34	30.04	31.73	66.32	90.31	55.2
34	61.85	105.5	104.4	98.91	84.88	57.45	43.76	46.31	40.2	42.43	65.88	118.9	72.5
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Jumlah	922.6	1827.3	1682.0	1696.9	1338.9	1482.8	955.3	881.4	732.6	934.7	1502.3	1958.0	15914.8
Rerata	23.7	46.9	43.1	43.5	34.3	38.0	24.5	22.6	18.8	24.0	38.5	50.2	34.0

Sumber : Hasil Analisis , 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan





Gambar 4.53 Peta Inflow TSS Tahun 2017
Sumber : Hasil Analisis, 2018

4.14. Fase di Inlet Waduk

Berikut adalah rekapitulasi hasil penyebaran polutan sesuai dengan kejadian proses seperti pada penyebaran polutan di sungai yang sudah dibahas pada poin sebelumnya. Sebagai pemodelan besar penyebaran polutan pada tahun 2009 dan 2017 yang ada di Inlet Waduk Selorejo maka dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

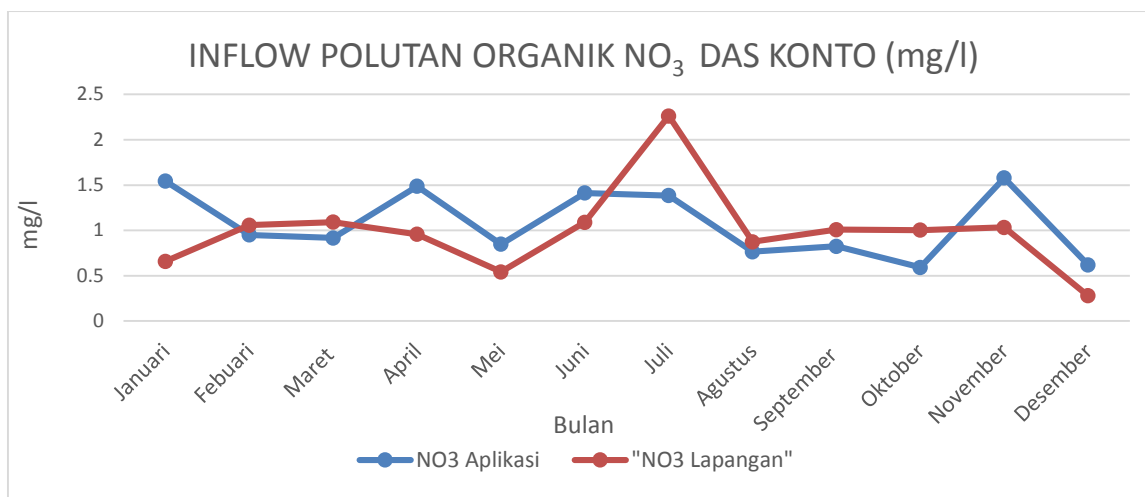
4.14.1 Kadar $\text{NO}_3\text{-N}$ di Waduk

Tabel 4.54

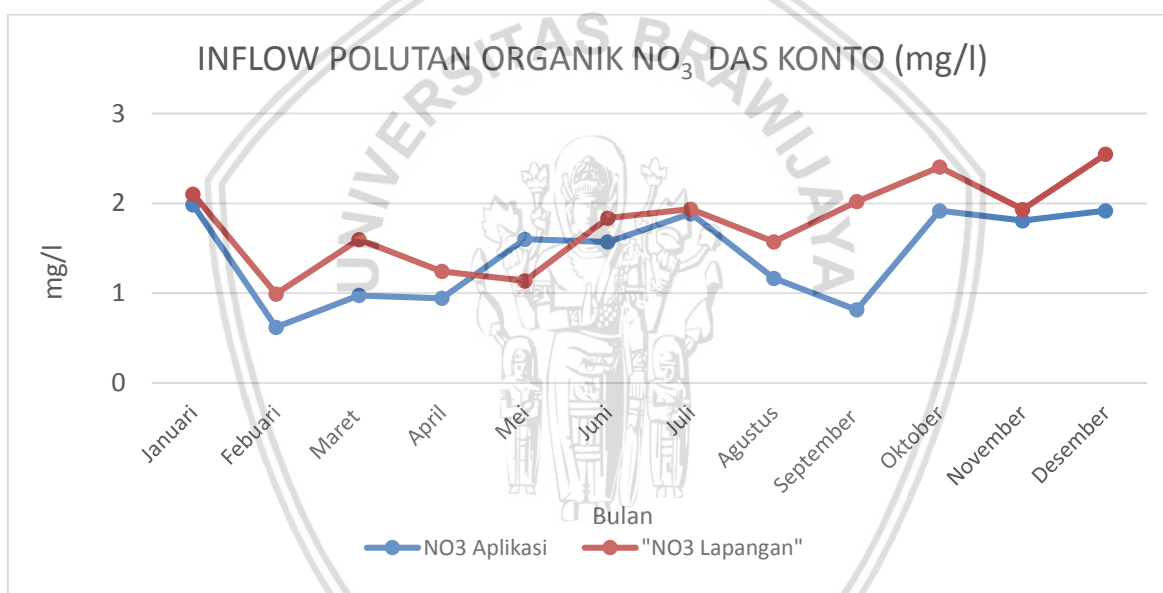
Kandungan Polutan $\text{NO}_3\text{-N}$ di Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017

Subbasin	Bulan/Tahun	NO_3 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	%
29	Jan-09	1.543	1.985	22%
29	Feb-09	0.951	0.620	-43%
29	Mar-09	0.917	0.975	6%
29	Apr-09	1.487	0.942	-58%
29	May-09	0.848	1.601	47%
29	Jun-09	1.412	1.571	10%
29	Jul-09	1.385	1.086	28%
29	Aug-09	0.765	1.165	34%
29	Sep-09	0.825	0.815	1%
29	Oct-09	0.592	1.919	69%
29	Nov-09	1.579	1.808	13%
29	Dec-09	0.620	1.918	68%
Rata-rata				20%

Sumber : Hasil Analisis 2018

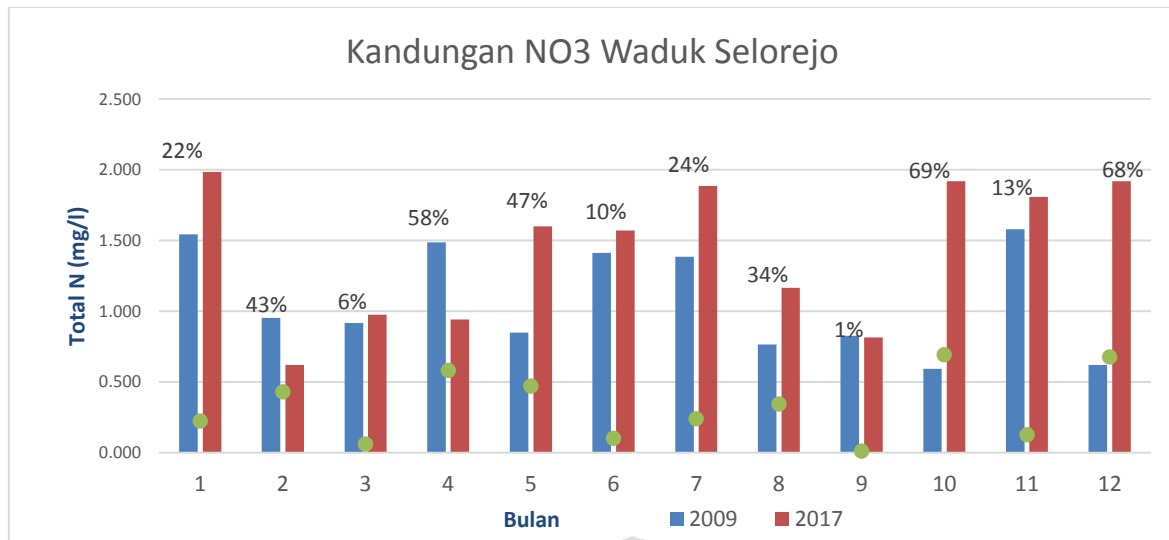


Gambar 4.54. Grafik perbandingan inflow polutan organik NO₃ hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2009.



Gambar 4.55. Grafik perbandingan inflow polutan organik NO₃ hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2017.

Grafik diatas menggambarkan perbandingan nilai inflow Nitrat antara hasil simulasi menggunakan aplikasi ArcSWAT dan hasil uji laboratorium lapangan berdasarkan titik yang di teliti/uji pada tahun 2009 dan 2017.



Gambar 4.56 Grafik Kandungan NO₃-N pada Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017
Sumber : Hasil Analisis , 2018

Dari Hasil Analisa simulasi ArcSWAT untuk polutan Nitrat (NO₃) dapat disimpulkan bahwa:

- Ada nya perubahan Tata Guna Lahan mengakibatkan meningkatnya kandungan polutan Nitrat pada Waduk Selorejo. Perubahan paling signifikan dipengaruhi oleh meningkat nya sektor pertanian dan perkebunan yang tentu nya meningkatkan penggunaan pupuk NPK.
- Penggunaan pupuk NPK akan menambah limbah organik ke dalam air yang tentu nya akan meningkatkan kadar NO₃ di dalam Air
- Antara tahun 2009 dan 2017 rata-rata kenaikan polutan Nitrat (NO₃) di Waduk Selorejo sebesar 20% .
- Kenaikan Sektor Pertanian dan Perkebunan di DAS Konto adalah 22%.
- Pada bulan Febuari dan Maret April 2009 terlihat bahwa kadar Nitrat yang lebih tinggi dari tahun 2017. Hal ini dikarenakan tercatat sangat tinggi nya curah hujan pada bulan-bulan tersebut, dengan rata-rata bulanan 43.026 mm/bulan (Febuari 2009) dan 35.764 (April 2009). Sedangkan rata-rata bulanan Febuari 2017 28.580 mm/bulan dan 24.693 mm/bulan pada bulan Maret 2017.

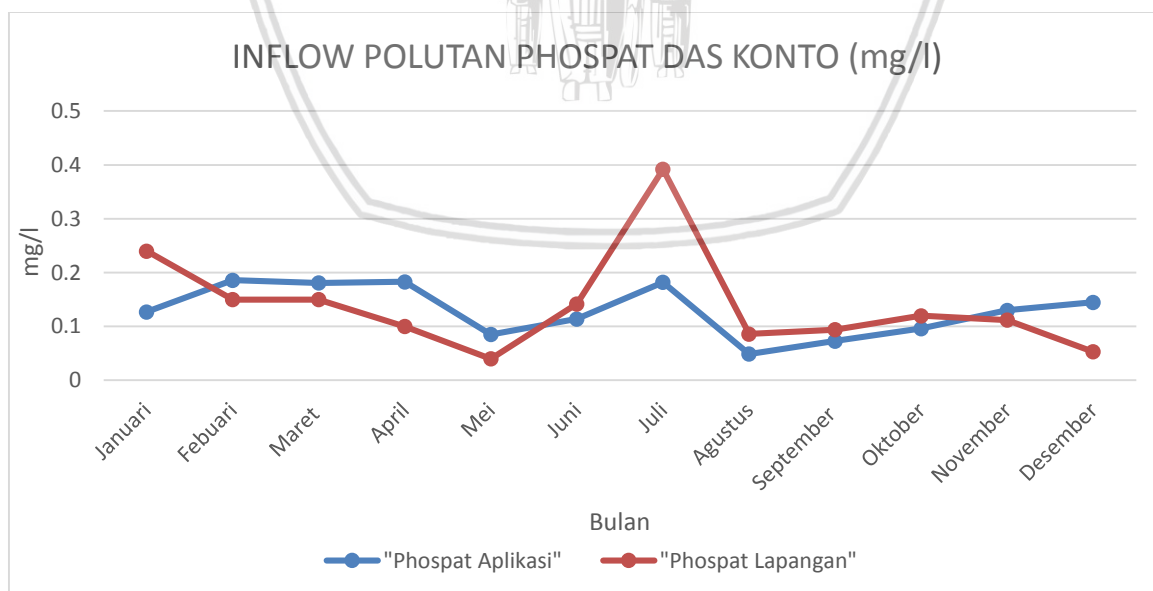
4.14.2. Kadar Phospat di Waduk

Tabel 4.55

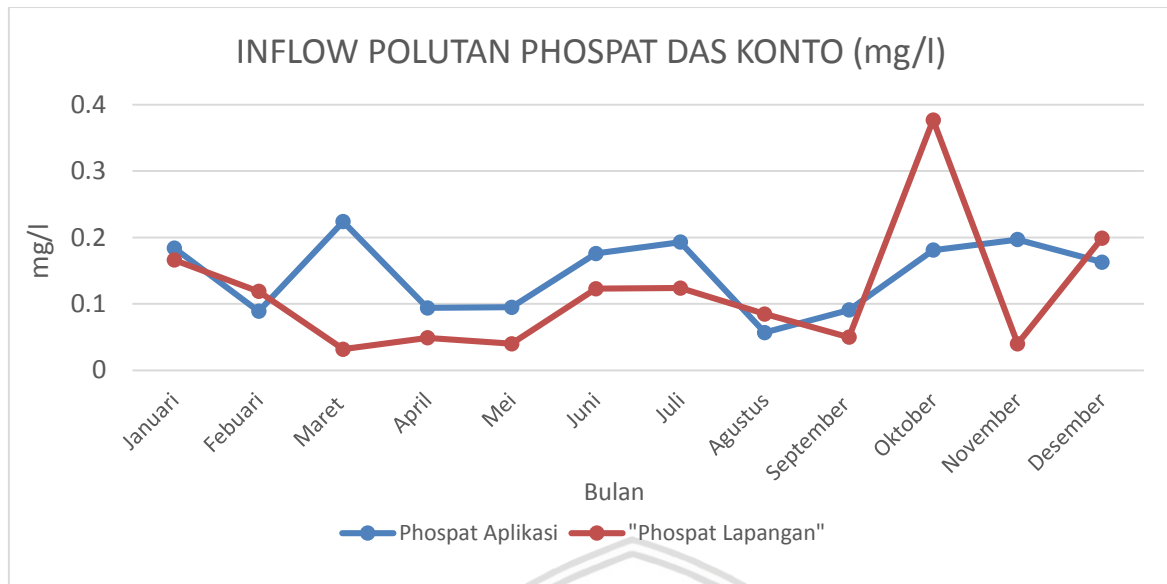
Kandungan Polutan Phospat di Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017

Subbasin	Bulan	NO3 (2009) (mg/l)	NO3 (2017) (mg/l)	%
29	Januari	0.127	0.184	45%
29	Februari	0.086	0.089	-4%
29	Maret	0.181	0.224	24%
29	April	0.183	0.094	-49%
29	Mei	0.185	0.095	49%
29	Juni	0.114	0.176	54%
29	Juli	0.182	0.193	6%
29	Agustus	0.049	0.037	26%
29	September	0.073	0.031	57%
29	Oktober	0.096	0.181	88%
29	November	0.130	0.197	51%
29	Desember	0.145	0.163	13%
Rata-rata				23%

Sumber : Hasil Analisis 2018

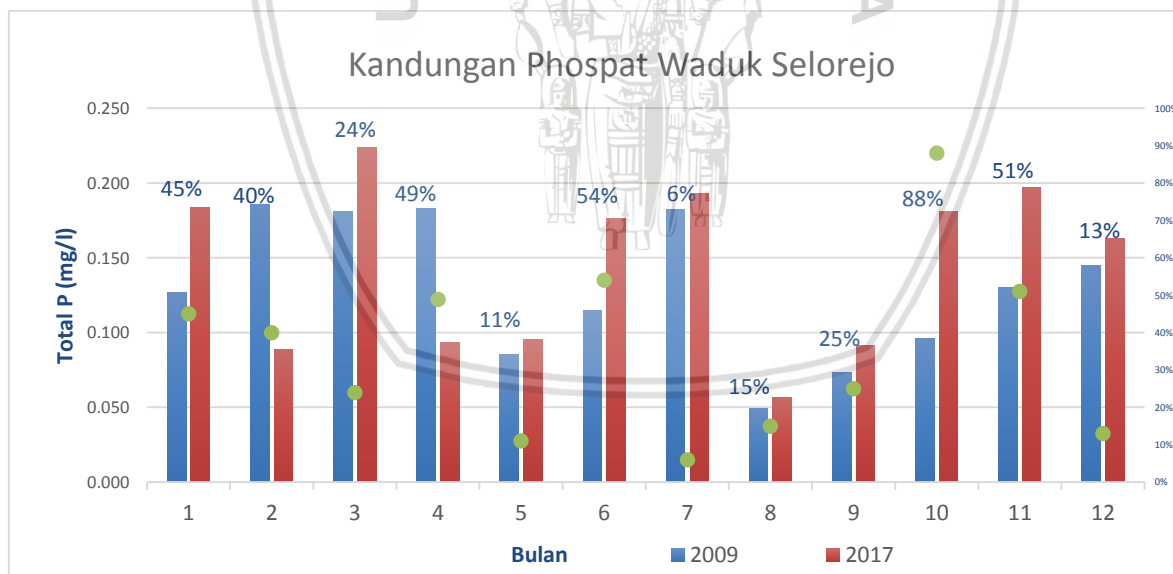


Gambar 4.57. Grafik perbandingan inflow polutan Phospat hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2009.



Gambar 4.58. Grafik perbandingan inflow polutan Phosphat hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2017.

Grafik diatas menggambarkan perbandingan nilai inflow *Total Phosphat* antara hasil simulasi menggunakan aplikasi ArcSWAT dan hasil uji laboratorium lapangan berdasarkan titik yang di teliti/uji pada tahun 2009 dan 2017.



Gambar 4.59 Grafik Kandungan Phosphat pada Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017

Sumber : Hasil Analisis , 2018.

- Ada nya perubahan Tata Guna Lahan mengakibatkan meningkatnya kandungan polutan Phosphat pada Waduk Selorejo. Perubahan paling signifikan dipengaruhi oleh meningkat nya sektor pertanian dan perkebunan yang tentu nya meningkatkan penggunaan pupuk NPK.

- Penggunaan pupuk NPK akan menambah limbah organik ke dalam air yang tentunya akan meningkatkan kadar Total Phospat di dalam Air
- Antara tahun 2009 dan 2017 rata-rata kenaikan polutan Total Phospat di Waduk Selorejo sebesar 23% .
- Kenaikan Sektor Pertanian dan Perkebunan di DAS Konto adalah 22%.
- Pada bulan Febuari dan Maret April 2009 terlihat bahwa kadar Phospat yang lebih tinggi dari tahun 2017. Hal ini dikarenakan tercatat sangat tinggi nya curah hujan pada bulan-bulan tersebut, dengan rata-rata bulanan 43.026 mm/bulan (Febuari 2009) dan 35.764 (April 2009). Sedangkan rata-rata bulanan Febuari 2017 28.580 mm/bulan dan 24.693 mm/bulan pada bulan Maret 2017.

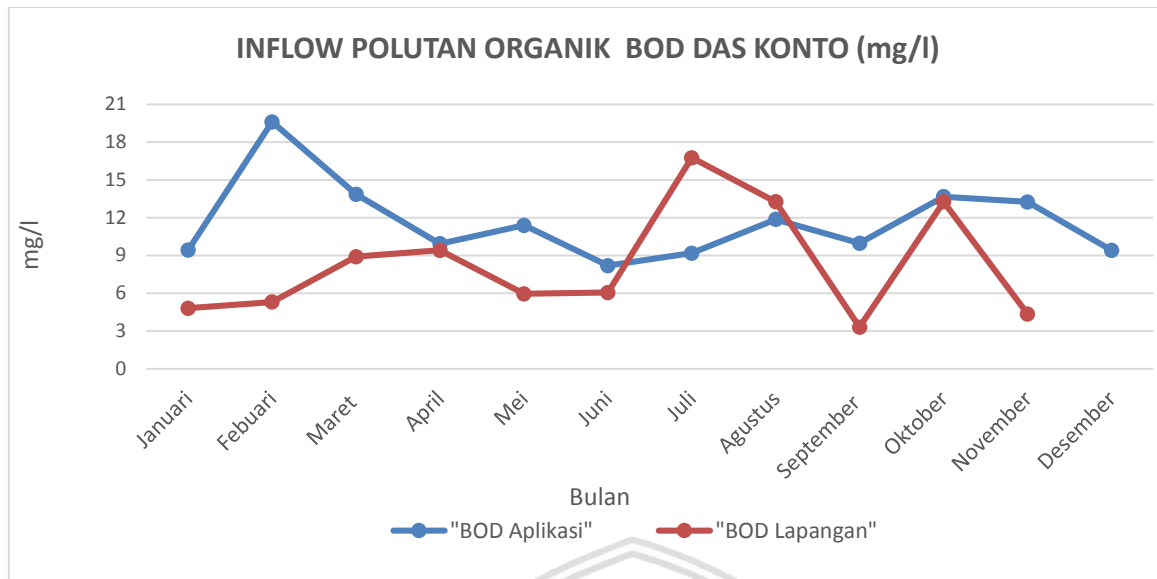
4.14.3. Kadar BOD di Waduk

Tabel 4.56

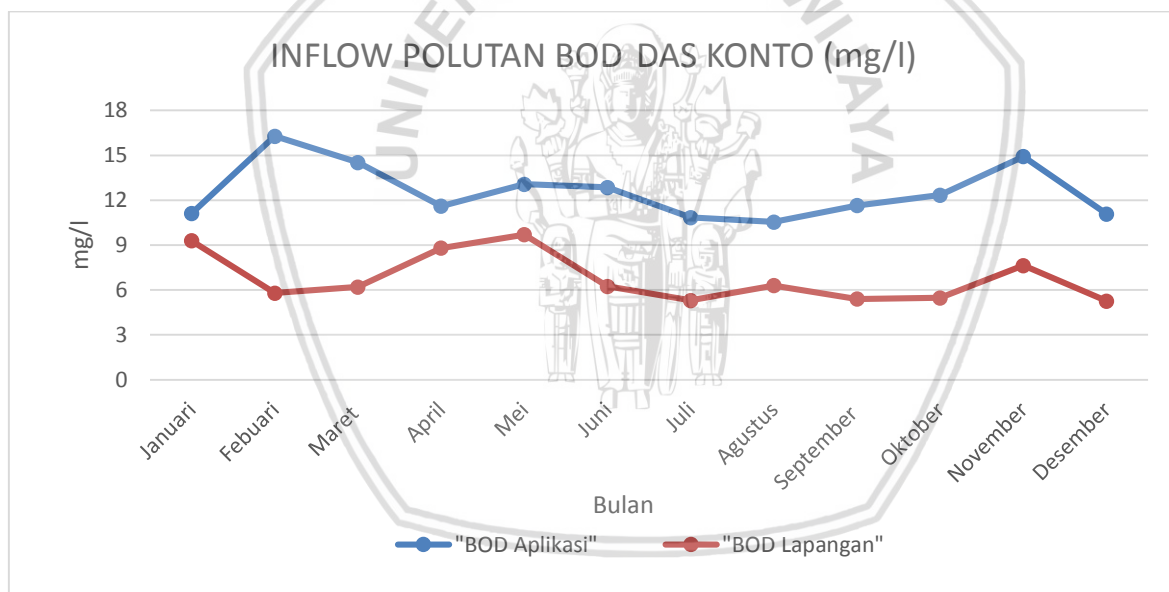
Kandungan Polutan BOD di Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017

Subbasin	Bulan/Tahun	NO3 (mg/l)	NO3 (mg/l)	%
29	Jan-09	9.435	11.115	18%
29	Feb-09	19.597	16.277	-20%
29	Mar-09	13.849	14.529	5%
29	Apr-09	9.926	11.606	17%
29	May-09	11.392	13.072	15%
29	Jun-09	8.182	12.862	57%
29	Jul-09	15.171	10.851	28%
29	Aug-09	11.862	10.542	11%
29	Sep-09	9.965	11.645	17%
29	Oct-09	13.660	12.340	10%
29	Nov-09	13.247	14.927	13%
29	Dec-09	9.406	11.086	18%
Rata-rata				19%

Sumber : Hasil Analisis 2018

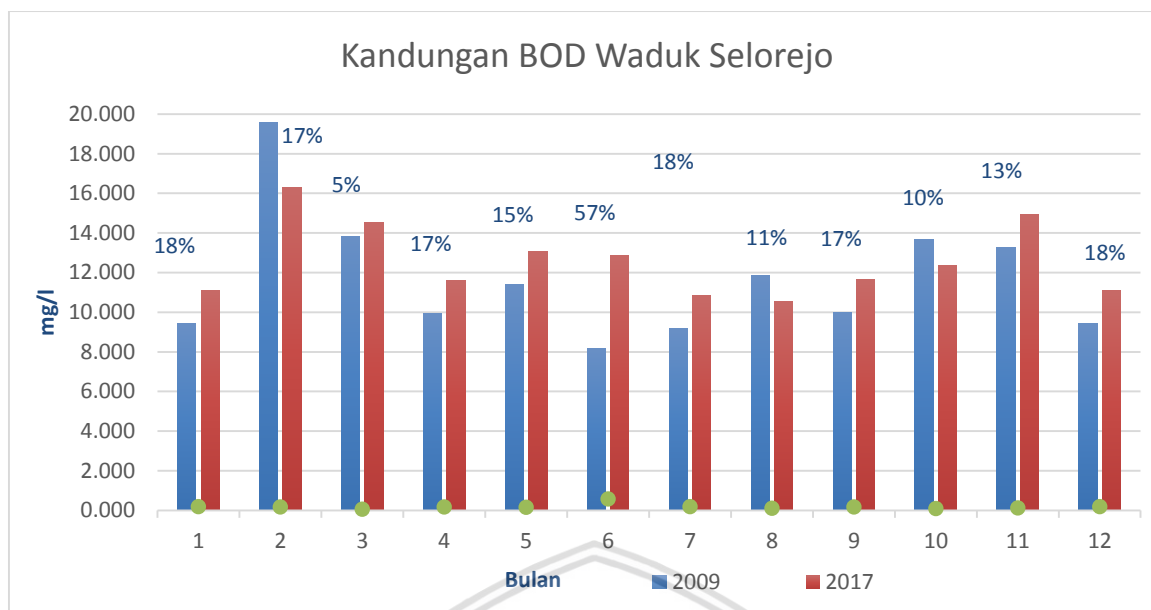


Gambar 4.60. Grafik perbandingan inflow polutan BOD hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2009.



Gambar 4.61 Grafik perbandingan inflow polutan BOD hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2017.

Grafik diatas menggambarkan perbandingan nilai inflow polutan *Biological Oxygen Demand* antara hasil simulasi menggunakan aplikasi ArcSWAT dan hasil uji laboratorium lapangan berdasarkan titik yang di teliti/uji pada tahun 2009 dan 2017.



Gambar 4.62 Grafik Kandungan BOD pada Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017

Sumber : Hasil Analisis , 2018

- Ada nya perubahan Tata Guna Lahan mengakibatkan meningkatnya kandungan polutan BOD pada Waduk Selorejo. Perubahan paling signifikan dipengaruhi oleh meningkat nya sektor pertanian dan perkebunan yang tentu nya meningkatkan penggunaan pupuk NPK.
- Penggunaan pupuk NPK akan menambah limbah organik ke dalam air yang tentu nya akan meningkatkan kadar BOD di dalam Air
- Antara tahun 2009 dan 2017 rata-rata kenaikan polutan Total Phospat di Waduk Selorejo sebesar 19% .
- Kenaikan Sektor Pertanian dan Perkebunan di DAS Konto adalah 22%.
- . Pada bulan Febuari 2009 terlihat bahwa kadar BOD yang lebih tinggi dari tahun 2017. Hal ini dikarenakan tercatat sangat tinggi nya curah hujan pada bulan tersebut, dengan rata-rata bulanan 43.026 mm/bulan (Febuari 2009). Sedangkan rata-rata bulanan Febuari 2017 adalah 28.580 mm/bulan

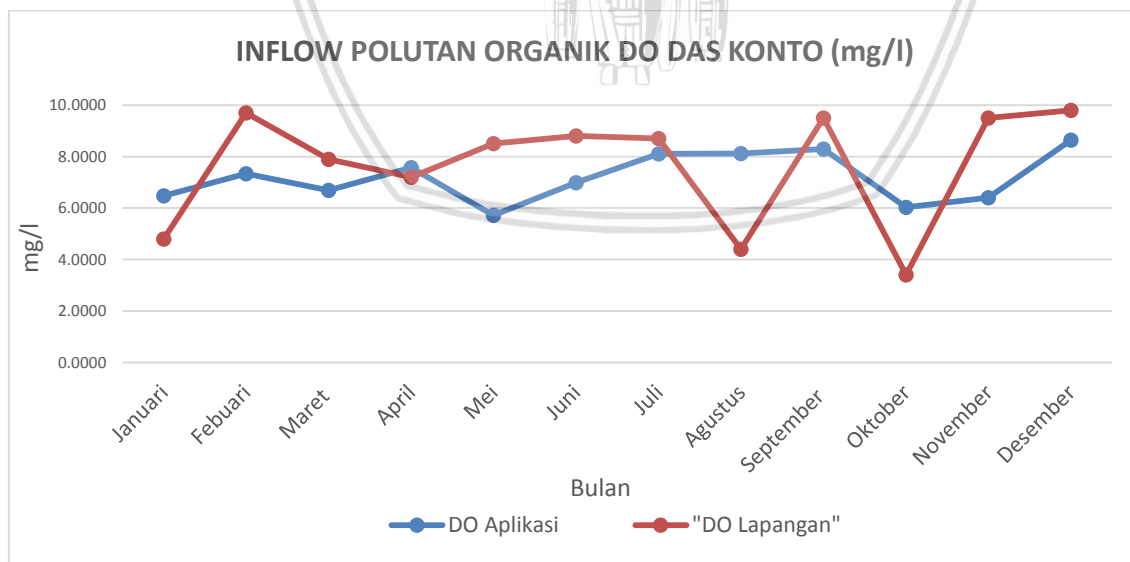
4.14.4 Kadar DO di Waduk

Tabel 4.57.

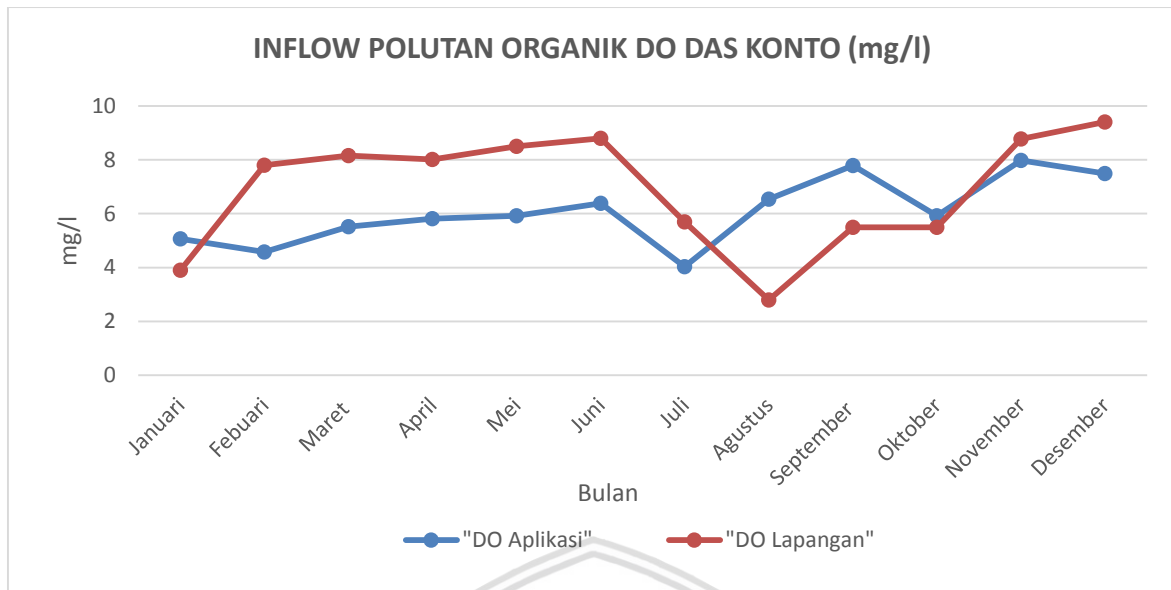
Kandungan Polutan Total DO di Waduk Selorjeo Tahun 2009 dan 2017

Subbasin	Bulan/Tahun	NO3	NO3 (mg/l)	%
		(mg/l)		
29	Jan-09	6.480	5.069	35%
29	Feb-09	7.338	4.583	38%
29	Mar-09	6.691	5.522	17%
29	Apr-09	7.573	5.810	40%
29	May-09	5.721	5.923	4%
29	Jun-09	6.989	6.384	9%
29	Jul-09	8.106	4.029	50%
29	Aug-09	8.115	6.546	19%
29	Sep-09	8.298	7.787	6%
29	Oct-09	6.026	5.923	2%
29	Nov-09	6.398	7.980	25%
29	Dec-09	8.642	7.496	13%
Rata-rata				10%

Sumber : Hasil Analisis 2018

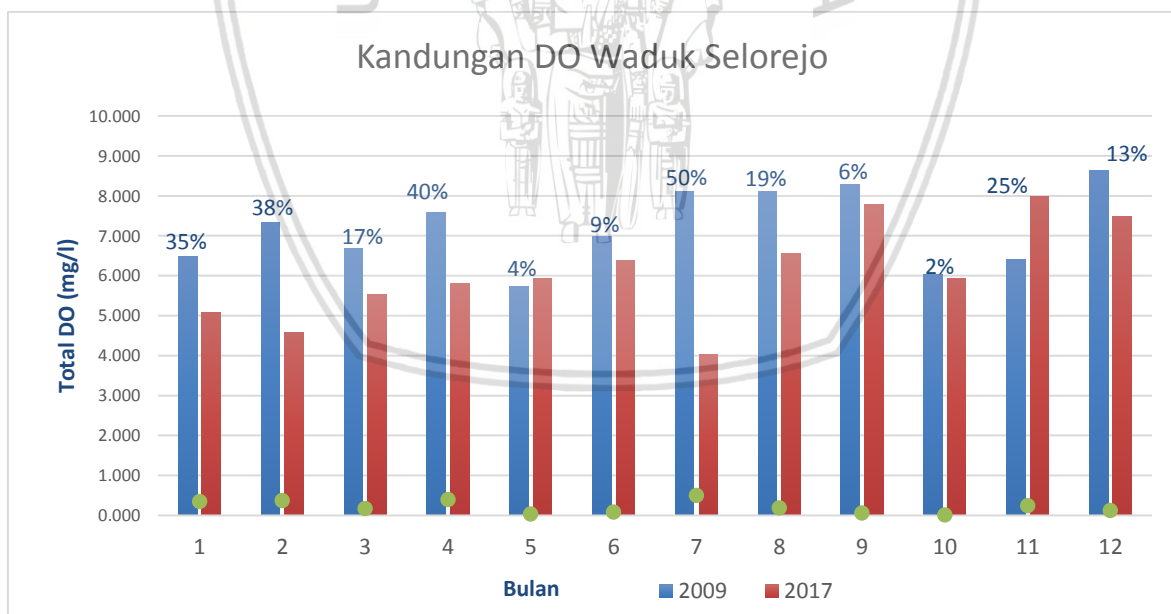


Gambar 4.63 Grafik perbandingan inflow polutan DO hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2009.



Gambar 4.64 Grafik perbandingan inflow polutan DO hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2017.

Grafik diatas menggambarkan perbandingan nilai inflow *Dissolve Oxygen* antara hasil simulasi menggunakan aplikasi ArcSWAT dan hasil uji laboratorium lapangan berdasarkan titik yang di teliti/uji pada tahun 2009 dan 2017.



Gambar 4.65 Grafik Kandungan DO pada Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017
Sumber : Hasil Analisis , 2018

- Ada nya perubahan Tata Guna Lahan di hulu mengakibatkan menurun nya kualitas air pada Waduk Selorejo. Perubahan paling signifikan dipengaruhi oleh meningkat

nya sektor pertanian dan perkebunan yang tentu nya meningkatkan penggunaan pupuk NPK.

- Meningkat nya pemukiman juga berdampak karena meningkat nya limbah-limbah organik
- Apabila sungai menjadi tempat pembuangan limbah yang mengandung bahan organik, sebagian besar oksigen terlarut digunakan bakteri aerob untuk mengoksidasi karbon dan nitrogen dalam bahan organik menjadi karbondioksida dan air. Sehingga kadar oksigen terlarut akan berkurang dengan cepat dan akibatnya hewan-hewan seperti ikan, udang dan kerang akan mati.
- Antara tahun 2009 dan 2017 rata-rata penurunan kadar DO di perairan Waduk Selorejo sebesar 10% . Kenaikan Sektor Pertanian dan Perkebunan di DAS Konto adalah 22%.

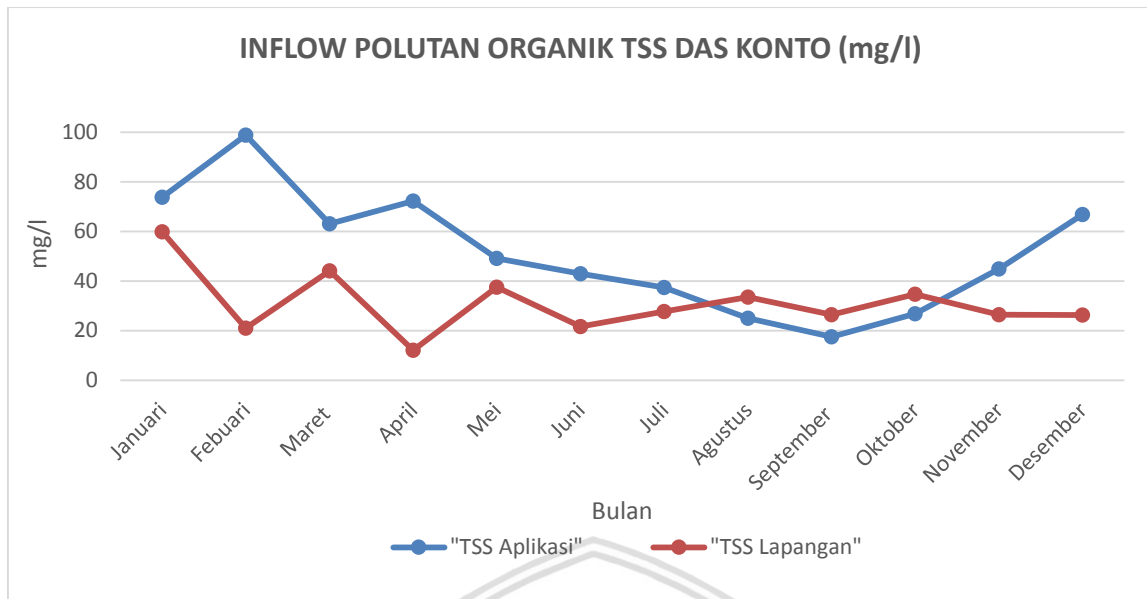
4.14.5. Kadar TSS di Waduk

Tabel 4.58.

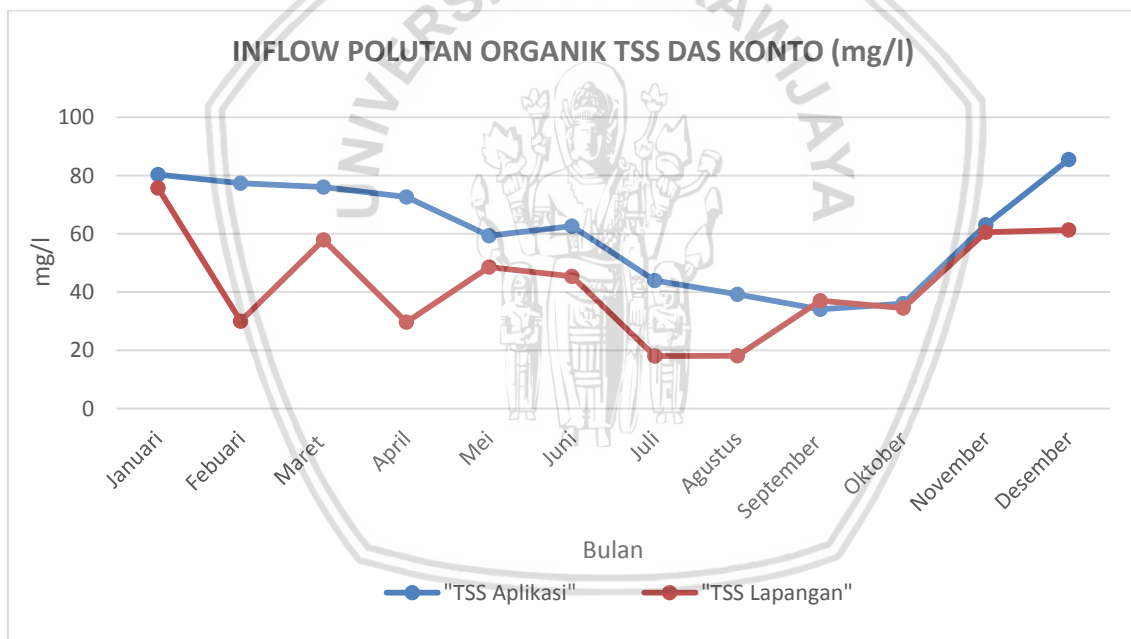
Kandungan TSS di Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017

Subbasin	Bulan/Tahun	NO3 (mg/l)	NO3 (mg/l)	%
29	Jan-09	73.810	33.810	54%
29	Feb-09	98.790	77.370	22%
29	Mar-09	93.070	76.060	18%
29	Apr-09	72.260	72.640	1%
29	May-09	69.120	59.420	14%
29	Jun-09	42.850	62.680	46%
29	Jul-09	37.340	43.960	18%
29	Aug-09	24.990	39.270	57%
29	Sep-09	17.520	34.130	95%
29	Oct-09	26.750	36.090	35%
29	Nov-09	44.840	63.110	41%
29	Dec-09	66.730	85.530	28%
Rata-rata				25%

Sumber : Hasil Analisis 2018

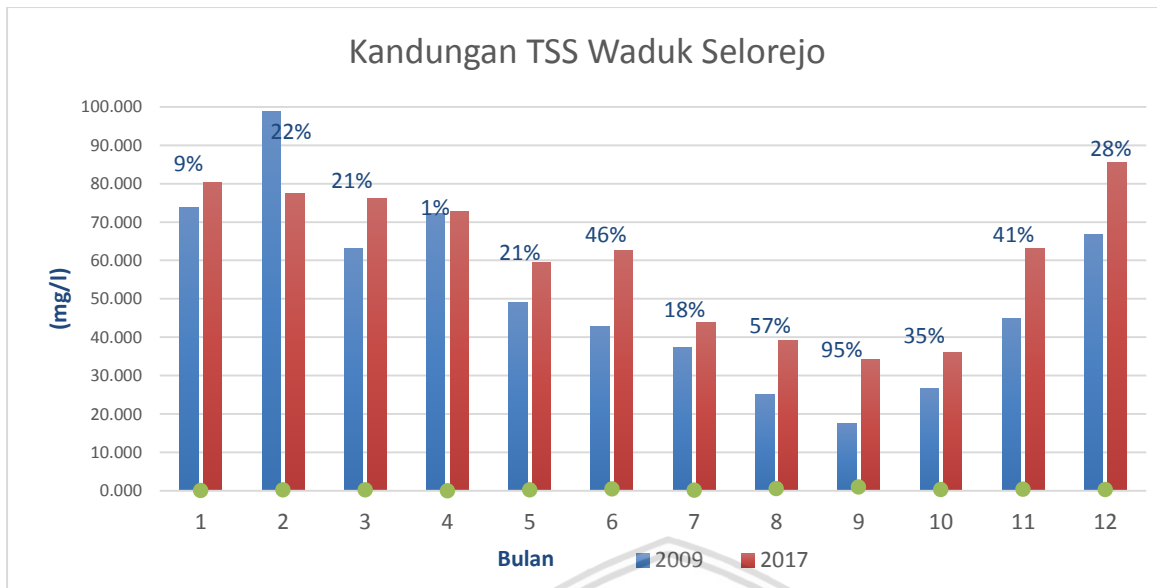


Gambar 4.66 Grafik perbandingan inflow polutan TSS hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2009.



Gambar 4.67 Grafik perbandingan inflow polutan TSS hasil ArcSWAT dan data lapangan di Inlet Waduk Selorejo (Sub DAS 29) tahun 2017.

Grafik diatas menggambarkan perbandingan nilai inflow polutan Total Suspended Solid antara hasil simulasi menggunakan aplikasi ArcSWAT dan hasil uji laboratorium lapangan berdasarkan titik yang di teliti/uji pada tahun 2009 dan 2017



Gambar 4.68 Grafik Kandungan TSS pada Waduk Selorejo Tahun 2009 dan 2017

Sumber : Hasil Analisis , 2018

- Ada nya perubahan Tata Guna di hulu waduk atau di DAS Konto tentu akan berdampak pada kualitas air di hilir. Penggundulan hutan yang berubah menjadi lahan pertanian, perkebunan, dan pemukiman berdampak besar pada kadar TSS atau sedimen-sedimen yang akan masuk keair akibat berkurang nya lahan hutan di DAS tersebut
- Antara tahun 2009 dan 2017 rata-rata kenaikan polutan Total Suspended Solid di Waduk Selorejo sebesar 21% .
- Penurunan lahan hutan di DAS Konto antara tahun 2009 dan 2017 sebesar 25%
- Pada bulan Febuari dan Maret April 2009 terlihat bahwa kadar TSS yang lebih tinggi dari tahun 2017. Hal ini dikarenakan tercatat sangat tinggi nya curah hujan pada bulan-bulan tersebut, dengan rata-rata bulanan 43.026 mm/bulan (Febuari 2009) dan 35.764 (April 2009). Sedangkan rata-rata bulanan Febuari 2017 28.580 mm/bulan dan 24.693 mm/bulan pada bulan Maret 2017.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pada bab pembahasan didapatkan hasil-hasil sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa pengukuran dan simulasi ArcSWAT, terlihat bahwa adanya penurunan kualitas air di DAS Konto dan Waduk Selorejo akibat adanya perubahan tata guna lahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh sektor pertanian antara tahun 2009 dan 2017 dan hal ini tentu nya akan berdampak pada kegiatan budidaya perikanan.
2. Dari hasil analisa kualitas air Waduk Selorejo dan membandingkan dengan baku mutu air kelas II, terlihat bahwa sebagian besar dari parameter-parameter kualitas air yang di teliti telah melampaui batas minimum dari baku mutu untuk budidaya perikanan.
3. Dari hasil analisa kualitas air menggunakan metode STORET, jumlah skor dari hasil perhitungan sistem nilai “US-EPA (Environmental Protection Agency)” untuk 2009 kedalaman 0.3 m adalah -21 dan -24. Untuk 2017 kedalaman 4 m adalah -24 dan -24. Untuk Nilai tersebut berada diantara -11 s/d -30 sehingga Status Mutu Air Waduk Selorejo tergolong Kelas C dengan kondisi air Waduk tercemar sedang.
4. Beban pencemaran eksisting subbasin Konto tahun 2009 dan 2017 untuk polutan inflow NO₃-N adalah 1.292 mg/l dan 1.034 mg/l, inflow polutan Phospat sebesar 0.158 mg/l dan 0.144 mg/l, inflow polutan BOD 7.494 mg/l dan 6.151 mg/l, inflow polutan DO sebesar 7.673 mg/l dan 7.449 mg/l, dan polutan Total Suspended Solid sebesar 29.952 mg/l dan 55.6 mg/l setiap bulan nya. Dapat di simpulkan melalui hasil simulasi ArcSWAT bahwa kualitas air di DAS Konto dan Waduk Selorejo dalam keadaan tercemar sedang.

5.2. Saran

Dari hasil pembahasan dan kesimpulan yang dicapai dalam studi ini, maka untuk pengembangan hasil yang lebih baik disarankan sebagai berikut:

1. Upaya konservasi yang diusulkan merupakan bahan pertimbangan agar dapat digunakan sebagai acuan untuk penanggulangan pencemaran DAS dan upaya pemeliharaan lahan DAS dan perairan Waduk Selorejo oleh pemerintah Provinsi Jawa timur terutama BP DAS Jawa Timur.

2. Pemerintah daerah dan masyarakat harus bekerja sama untuk menjaga kelestarian kawasan DAS Konto agar tetap terjaga keseimbangan hidrologisnya.
3. Studi ini masih memiliki kekurangan dikarenakan kualitas data serta kelengkapan data lapangan masih terbatas, sehingga diharapkan dapat dilakukan nya penyempurnaan pada studi ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Cader. Abdul. (2014), <https://caderabdul.wordpress.com/2014/01/05/pesona-waduk-selorejo-kecamatan-ngantang/> (diakses pada tanggal 13 Oktober 2017)
- Pratama. Ayu. (2015), https://www.academia.edu/8610415/BAB_II_Status_Trofik (diakses pada tanggal 15 Oktober 2017).
- <http://jdih.menlh.go.id/pdf/ind/IND-PUU-3-2001-lLampiran.pdf> (Diakses pada tanggal 16 Oktober 2017).
- Farwati, Farik (2017). Marak Budidaya Ikan, Waduk Selorejo Tercemar.
<http://www.radarmalang.id/marak-budi-daya-ikan-waduk-selorejo-tercemar/>
(diakses pada 20 Oktober 2017).
- Tama. Aqua. (2011) ,<https://defishery.wordpress.com/2011/03/09/uu-perikanan/>
- Latifah. Chayyu. (2013), <https://hayunosakurablog.wordpress.com/tag/kualitas-air-waduk/> (diakses pada tanggal 17 Oktober 2017).
- Akra.Irfan, <http://irfan-akra.blogspot.com/2016/09/proses-pembentukan-waduk-dan-peranannya.html> (diakses pada tanggal 18 Oktober 2017).
- Sonia, Fauzia (2015). *Studi Evaluasi Kualitas dan Status Trofik Air Waduk Selorejo Akibat Erupsi Gunung Kelud Untuk Budidaya Perikanan*. Jurnal Sumber Daya Air.
- Sasongko, Hematang (2014). *Evaluasi Pola Operasi Waduk Selorejo Akibat Perubahan Iklim Di Kabupaten Malang Jawa Timur*. Jurnal Sumber Daya Air.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no 115 Tahun 2003. *Tentang Analisis Baku Mutu Air Menggunakan Metode Storet*.
- Suhartanto Ery.2008. *Panduan AVSWAT2000 dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sumber Daya Air*. Malang: CV Asrori.
- PowerGIS.1011.<http://bloge.p-gis.com/2011/07/avswat-arcvview-swat.html>(diakses pada tanggal 25 Oktober 2017)
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. *Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*